

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Фізико-математичний факультет  
Кафедра загальної фізики та фізики твердого тіла

---

«На правах рукопису»  
УДК 372.853

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
Віталій КОТОВСЬКИЙ  
(підпис) (ім'я, прізвище)

“ 12 ” травня 2021 р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності 104 – фізика та астрономія

Освітньо – наукова програма «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів»

на тему: «Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті»

Виконала: студентка другого (магістерського) рівня вищої освіти, групи ОФ-91мн  
(шифр групи)

Владика Любов Романівна

(ПІБ)

(підпис)

Науковий керівник доц.,к.пед.н. Олексій Васильович Матвійчук  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ)

(підпис)

Консультант Розділ 1 доц.,к.пед.н. Фаїна Максимівна Гарєєва  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , ПІБ)

(підпис)

Рецензент проф.,д.пед.н. Володимир Петрович Сергієнко  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ПІБ)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 року

**АНОТАЦІЯ**  
**ДО ЗВІТУ З МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ**  
**СТУДЕНТА ФМФ, 2 КУРСУ МАГІСТЕРСЬКОГО РІВНЯ ГР. ОФ-**  
**Владики Любові Романівни**  
(ПІБ)

**На тему** Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті  
**Науковий керівник** доцент, к. пед. наук Матвійчук Олексій Васильович

(науковий ступінь, вчене звання, посада, ПІБ)

**Актуальність** Вплив зовнішніх чинників, зокрема пандемії Covid-19, сприяв організації освітнього процесу в дистанційному форматі. Перед науковцями та педагогами постала задача пошуку оптимальних підходів, методик щодо організації дистанційного навчання. Цей формат призвів до перегляду традиційних підходів, що використовувались у фундаментальних дисциплінах, зокрема й у фізиці. Фізика є прикладною наукою, тому вкрай важливим є розроблення особливих підходів до проведення практичних та лабораторних занять в системі дистанційного навчання. Як показав аналіз науково-педагогічної літератури дане питання є відкритим та дискусійним. Отже, проблема організації дистанційного навчання з фізики в технічному університеті є актуальною, потребує пошуку оптимальних технічних засобів, програмного забезпечення, методичних підходів та розроблення дидактичних матеріалів підтримки даного формату навчання. Це зумовило обрання теми магістерської дисертації «Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами кафедри** Дисертаційне дослідження є складовою частиною науково-дослідної роботи „Розробка і удосконалення технологій змішаного та дистанційного навчання фізики у технічному університеті” за реєстраційним номером 0121U110531 УКРІНТЕЛ.

**Об'єкт дослідження** організація дистанційної форми навчально-виховного процесу з фізики у технічному університеті.

**Предмет дослідження** складають методи та прийоми використання елементів дистанційного навчання з фізики, які забезпечують формування предметної компетентності студентів технічного університету.

**Мета роботи** полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробленні і впровадженні методичних підходів до організації дистанційної форми навчального процесу з фізики в технічному університеті.

**Методи дослідження, що використовувалися:**

теоретичні: аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури з метою встановлення особливостей організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті, аналіз та систематизація педагогічних програмних засобів дистанційних навчальних курсів з фізики.

емпіричні: анкетування та опитування студентів першого курсу технічного університету щодо особливості сприйняття розроблених методичних підходів та виявлення проблем організації дистанційного навчання; поточний контроль успішності студентів першого курсу ТЕФ.

**Відомості про обсяг звіту, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків і літературних найменувань за переліком використаних,** сторінок - 136 , рисунків - 33 , таблиць – 8 , додатків – 5 , використаної літератури - 55 .

**Мета індивідуального завдання, використані методи та отримані результати** провести аналіз науково-методичної літератури щодо проблеми дослідження, дослідити психолого-педагогічні чинники, що впливають на сприйняття інформації з фізики студентами в умовах дистанційної форми навчання; проаналізувати можливості технічного та програмного забезпечення для організації дистанційної взаємодії; розробити методичні підходи щодо проведення занять та для забезпечення моніторингу навчальних досягнень студентів з фізики; розробити електронні методичні матеріали з теми «Електромагнетизм». Для перевірки виконання поставлених задач використано емпіричні методи досліджень: анкетування, тестування. У результаті педагогічного експерименту встановлено ефективність розроблених методичних підходів

**Висновок** У результаті аналізу науково-педагогічних досліджень обґрунтовано проблему організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті, визначено гіпотезу дослідження. Доведено ефективність методичних підходів для забезпечення організації дистанційного навчання фізики та моніторингу засвоєння студентами навчального матеріалу з фізики під час дистанційного навчання на основі проведених лекційних і практичних занять, лабораторного практикуму з теми

«Електромагнетизм» для студентів ТЕФ.

**Перелік ключових слів (не більше 20)** дистанційне навчання фізики, синхронно-асинхронний режим, методичні підходи, моніторинг навчальних досягнень з фізики, інформаційно-комунікаційні технології, програмне забезпечення, технічне забезпечення, електронні навчальні матеріали, технічний університет.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_

**SUMMARY**  
**TO THE REPORT TO SCIENTIFIC AND RESEARCHING PRACTICE**  
**STUDENT OF FMF, 2 COURSE OF THE MASTER LEVEL, GR. OF-**

**Liubov Vladyka**

( FULL NAME)

**Topic** Methodological foundations of realization distance learning of physics at technical university.

**Scientific supervisor** Associate professor Oleksii Matviichuk

(scientific degree, academic status, position, FULL NAME)

**Topicality** The influence of external factors, in particular the Covid-19 pandemic, contributed to the organization of the educational process in a remote format. Scientists and teachers faced the task of finding optimal approaches, methods for organizing distance learning. This format has led to a revision of traditional approaches used in fundamental disciplines, including physics. Physics is an applied science, so it is extremely important to develop special approaches to conducting practical and laboratory classes in the distance learning system. As the analysis of scientific and pedagogical literature has shown, this issue is open and debatable. Thus, the problem of organizing distance learning in physics at a technical university is relevant, requires the search for optimal technical means, software, methodological approaches and the development of didactic materials to support this format of education. This led to the choice of the topic of the master's dissertation "Methodological principles of the implementation of distance learning of physics at the technical university."

**Relationship of work with scientific programs, plans, themes cathedra** The dissertation research is an integral part of research work "Development and improvement technologies of physics mixed and distance learning in technical university" under registration number 0121U110531 UKRINTEI

**The object of research** is the organization of the distance form of the educational process in physics at the technical university.

**The subject of research** are methods and techniques using distance learning of elements in physics, which provide the formation of subject competence technical universities.of students

**The purpose of the work** is to theoretically substantiate, develop and implement methodological approaches to the organization of the educational process distance form in physics at the technical university.

**Research methods were used:**

- theoretical: analysis of psychological and pedagogical, scientific and methodological literature in order to establish the features of the organization of distance learning of physics at the Technical University, analysis and systematization of pedagogical software for distance learning courses in physics.

- empirical: questionnaires and surveys of first-year students of the Technical University on the peculiarities of the perception of the developed methodological approaches and identifying problems in the organization of distance learning; current control of the success of first-year students of TEF.

**Information about the volume of the report, the number of illustrations, tables, applications and literary names in the list of used ones** pages - 136, figures - 33, tables - 8, applications - 5, used literature - 55.

**The purpose of the individual task, the methods used and the results obtained** to analyze the scientific and methodological literature on the research problem, to investigate the psychological and pedagogical factors that affect the perception of information on physics by students in terms of distance learning; to analyze the possibilities of hardware and software for the organization of remote interaction; develop methodological approaches to conducting classes and to monitor the educational achievements of students in physics; to develop electronic methodical materials on the topic "Electromagnetism". To verify the implementation of the tasks used empirical research methods: questionnaires, testing. As a result of pedagogical experiment the efficiency of the developed methodical approaches is established

**Conclusion** As a result of the analysis of scientific and pedagogical researches the problem of the organization of distance learning of physics in technical university is proved, the hypothesis of research is defined. The effectiveness of methodological approaches to ensure the organization of distance learning of physics and monitoring the assimilation of physics by students during distance learning on the basis of lectures and practical classes, laboratory workshops on "Electromagnetism" for students of TEF.

**Keyword list (no more than 20)** distance learning of physics, synchronous-asynchronous mode, methodical approaches, monitoring of educational achievements in physics, information and communication technologies, software, technical support, electronic educational materials, technical university.

**Signature of the head** \_\_\_\_\_

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет \_\_\_\_\_ фізико-математичний \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ загальної фізики та фізики твердого тіла \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів»

Спеціальність \_\_\_\_\_ 104 – фізика та астрономія \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віталій КОТОВСЬКИЙ

\_\_\_\_\_  
(підпис) (ім'я, прізвище)

« 01 » вересня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту  
Владики Любові Романівни**

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті  
науковий керівник дисертації доцент, к. пед. наук Матвійчук Олексій Васильович, \_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом по університету від «26» березня 2021р. № 901С
2. Строк подання студентом дисертації 14.05.2021 р.
3. Об'єкт дослідження: організація дистанційної форми навчально-виховного процесу з фізики у технічному університеті
4. Предмет дослідження методи та прийоми використання елементів дистанційного навчання з фізики, які забезпечують формування предметної компетентності студентів технічного університету.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити провести аналіз науково-методичної літератури щодо проблеми дослідження, дослідити психолого-педагогічні чинники, що впливають на сприйняття інформації з фізики студентами в умовах дистанційної форми навчання; проаналізувати можливості технічного та програмного забезпечення для організації дистанційної взаємодії; розробити та апробувати методичні підходи щодо проведення занять та для забезпечення моніторингу навчальних досягнень студентів з фізики; розробити та апробувати електронні методичні матеріали з теми «Електромагнетизм»; експериментально перевірити ефективність розроблених методичних підходів та матеріалів.
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу рисуноків - 33, таблиць - 8.
7. Орієнтовний перелік публікацій

- 1) Владика Л. Р. Засади організації дистанційного навчання в технічному університеті / Л. Р. Владика, О. В. Матвійчук // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців – 2021 : зб. тез / Вінницький національний технічний університет. – Вінниця, 2021. – [Режим доступу]: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itpf/2021/paper/view/12996/10921>
- 2) Владика Л. Р. Етапи розвитку програмних продуктів для дистанційного навчання фізики / Л. Р. Владика, О. В. Матвійчук // XIX Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Історія розвитку науки, техніки та освіти»: зб. праць / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». – Київ, 2021. – С. 137-139
- 3) Владика Л. Р. Організація дистанційного навчання в Оксфордському університеті / Л. Р. Владика, Ф. М. Гарєєва // XIX Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Історія розвитку науки, техніки та освіти»: зб. праць / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». – Київ, 2021. – С. 134-136
- 4) Владика Л. Р. Перспективи використання віртуальних дошок у впровадженні STEAM-освіти / Л. Р. Владика, О. В. Матвійчук // Міжнародна науково-практична online-конференція «Світові освітні тренди: створення творчого середовища STEAM – навчання»: зб. матеріалів / НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Київ, 2021. – с. 21-24

#### 8. Консультанти розділів дисертації<sup>□</sup>

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
Розділ 1	доц.,к.пед.н. Ф.М. ГАРЄЄВА	01.09.2020р.	09.03.2021р.

9. Дата видачі завдання 01.09.2020р.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Проходження інструктажу з техніки безпеки та охорони праці	01.09.2020р.	виконано
2	Ознайомлення з місцем роботи	01.09.2020р.	виконано
3	Вивчення літературних джерел, складання огляду літератури	01.10.2020р.	виконано
4	Пошук і добір фактичних матеріалів, їх групування	30.11.2020р.	виконано
5	Наукові дослідження за темою МД	31.03.2021р.	виконано
6	Аналіз отриманих результатів	20.04.2021р.	виконано
7	Підготовка розділів МД на основі отриманих даних по темі МД	27.04.2021р.	виконано
8	Підготовка звіту з МД та оформлення презентацій до захисту	27.04.2021р.	виконано
9	Надання роботи на перевірку керівнику МД	28.04.2021р.	виконано
10	Отримання відгуку від керівника МД	04.05.2021р.	виконано
11	Перевірка МД на плагіат	05.05.2021р.	виконано
12	Формування плану публікацій по темі МД або документів по впровадженню (лист з підприємства або подання проекту впровадження в «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)	30.04.2021р.	виконано
13	Подання МД на рецензію	08.05.2021р.	виконано
14	Здача МД на нормо-контроль (додержання вимог до оформлення МД)	14.05.2021р.	виконано
15	Попередній захист МД	12.05.2021р.	виконано
16	Виправлення матеріалу МД згідно з зауваженнями комісії на попередньому захисті	13.05.2021р.	виконано
17	Здача МД (друкований та електронний варіанти), Відгуку та Рецензії на кафедрі загальної фізики та ФТТ	17.05.2021р.	виконано
18	Відправка анотації МД на сайт кафедри загальної фізики та ФТТ	08.05.2021р.	виконано
19	Остаточний захист МД	19.05.2021р.	виконано
20	Відправка матеріалів МД у бібліотеку «КПІ ім. Ігоря	14.05.2021р.	виконано

	Сікорського» та сайт кафедри загальної фізики та ФТТ		
--	--	--	--

Студент

Л.Р. Владика

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

О.В. Матвійчук

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника



## РЕФЕРАТ

**Актуальність теми** Вплив зовнішніх чинників, зокрема пандемії Covid-19, сприяв організації освітнього процесу в дистанційному форматі. Перед науковцями та педагогами постала задача пошуку оптимальних підходів, методик щодо організації дистанційного навчання. Цей формат призвів до перегляду традиційних підходів, що використовувались у фундаментальних дисциплінах, зокрема й у фізиці. Фізика є прикладною наукою, тому вкрай важливим є розроблення особливих підходів до проведення практичних та лабораторних занять в системі дистанційного навчання. Як показав аналіз науково-педагогічної літератури дане питання є відкритим та дискусійним. Отже, проблема організації дистанційного навчання з фізики в технічному університеті є актуальною, потребує пошуку оптимальних технічних засобів, програмного забезпечення, методичних підходів та розроблення дидактичних матеріалів підтримки даного формату навчання. Це зумовило обрання теми магістерської дисертації «Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами** Дисертаційне дослідження є складовою частиною науково-дослідної роботи „Розробка і удосконалення технологій змішаного та дистанційного навчання фізики у технічному університеті” за реєстраційним номером 0121U110531 УКРІНТЕІ.

**Об'єкт дослідження** організація дистанційної форми навчально-виховного процесу з фізики у технічному університеті.

**Предмет дослідження** складають методи та прийоми використання елементів дистанційного навчання з фізики, які забезпечують формування предметної компетентності студентів технічного університету.

**Мета роботи** полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробленні і впровадженні методичних підходів до організації дистанційної форми навчального процесу з фізики в технічному університеті.

**Методи дослідження, що використовувалися:**

– теоретичні: аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури з метою встановлення особливостей організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті, аналіз та систематизація педагогічних програмних засобів дистанційних навчальних курсів з фізики.

– емпіричні: анкетування та опитування студентів першого курсу технічного університету щодо особливості сприйняття розроблених методичних підходів та виявлення проблем організації дистанційного навчання; поточний контроль успішності студентів першого курсу ТЕФ.

#### **Задачі дослідження:**

– провести аналіз науково-методичної літератури щодо проблеми дослідження,

– дослідити психолого-педагогічні чинники, що впливають на сприйняття інформації з фізики студентами в умовах дистанційної форми навчання;

– проаналізувати можливості технічного та програмного забезпечення для організації дистанційної взаємодії;

– розробити та апробувати методичні підходи щодо проведення занять та для забезпечення моніторингу навчальних досягнень студентів з фізики;

– розробити та апробувати електронні методичні матеріали з теми «Електромагнетизм»;

– експериментально перевірити ефективність розроблених методичних підходів та матеріалів у КПІ ім. Ігоря Сікорського на теплоенергетичному факультеті.

#### **Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:**

– запропоновано і теоретично обґрунтовано використання елементів дистанційних технологій під час навчання фізики у технічному університеті;

– запропоновано методичні підходи навчання фізики у технічному університеті на основі використання елементів дистанційних технологій;

– експериментально підтверджено ефективність застосування запропонованих методичних засад під час вивчення фізики у технічному університеті.

**Практичне значення одержаних результатів** визначається тим, що:

– розроблено електронні матеріали для проведення лекційних і практичних занять, тестові завдання для проведення контролю знань з розділу «Електромагнетизм»;

– розроблено методичні підходи щодо використання елементів дистанційних технологій для вивчення фізики у технічному університеті.

**Апробація результатів дисертації** Основні положення та результати дослідження доповідались та обговорювались на науково-методичних та науково-практичних конференціях: міжнародних: «Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців» (Вінниця, 2021), «Історія розвитку науки, техніки й освіти» (Київ, 2021), «Світові освітні тренди: створення творчого середовища STEAM - навчання» (Київ, 2021).

**Публікації автора** **МД** Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковано у наукових виданнях: 1 стаття у виданні, зареєстрованому як фахові категорії Б з педагогічних наук (збірники наукових праць) (у співавторстві), 4 публікацій у збірниках матеріалів конференцій.

**Ключові слова** дистанційне навчання фізики, синхронно-асинхронний режим, методичні підходи, моніторинг навчальних досягнень з фізики, інформаційно-комунікаційні технології, програмне забезпечення, технічне забезпечення, електронні навчальні матеріали, технічний університет.

**У роботі наведено:** використаної літератури - 55 , сторінок - 136 ,  
рисунків - 33 , таблиць – 8.

## ABSTRACT

**Actuality of theme** The influence of external factors, in particular the Covid-19 pandemic, contributed to the organization of the educational process in a remote format. Scientists and teachers faced the task of finding optimal approaches, methods for organizing distance learning. This format has led to a revision of traditional approaches used in fundamental disciplines, including physics. Physics is an applied science, so it is extremely important to develop special approaches to conducting practical and laboratory classes in the distance learning system. As the analysis of scientific and pedagogical literature has shown, this issue is open and debatable. Thus, the problem of organizing distance learning in physics at a technical university is relevant, requires the search for optimal technical means, software, methodological approaches and the development of didactic materials to support this format of education. This led to the choice of the topic of the master's dissertation "Methodological principles of the implementation of distance learning of physics at the technical university."

**Connection of work with scientific programs, plans, themes of the department.** The dissertation research is an integral part of research work "Development and improvement technologies of physics mixed and distance learning in technical university" under registration number 0121U110531 UKRINTEI

**The object of research** is the organization of the distance form of the educational process in physics at the technical university.

**The subject of research** are methods and techniques using distance learning of elements in physics, which provide the formation of subject competence technical universities.of students

**The purpose of the work** is to theoretically substantiate, develop and implement methodological approaches to the organization of the educational process distance form in physics at the technical university.

**Research methods were used:**

- theoretical: analysis of psychological and pedagogical, scientific and methodological literature in order to establish the features of the organization of

distance learning of physics at the Technical University, analysis and systematization of pedagogical software for distance learning courses in physics.

- empirical: questionnaires and surveys of first-year students of the Technical University on the peculiarities of the perception of the developed methodological approaches and identifying problems in the organization of distance learning; current control of the success of first-year students of TEF.

According to the subject and purpose of the study, **specific objectives** of the study were identified:

- to analyze the scientific and methodological literature on the research problem,  
- to investigate the psychological and pedagogical factors that affect the perception of information on physics by students in terms of distance learning;

- to analyze the possibilities of hardware and software for the organization of remote interaction;

- to develop and test methodological approaches to conducting classes and to monitor the educational achievements of students in physics;

- to develop and test electronic methodical materials on the topic "Electromagnetism";

- experimentally test the effectiveness of the developed methodological approaches and materials in KPI. Igor Sikorsky at the Faculty of Heat and Power Engineering.

**Scientific novelty of the results it is possible that:**

- the use of elements of remote technologies during the study of physics at the Technical University is proposed and theoretically substantiated;

- methodical approaches to teaching physics at a technical university based on the use of distance technology elements are proposed;

- the efficiency of application of the offered methodical bases at studying of physics at technical university is experimentally confirmed.

**The practical significance of the results is determined by the fact that:**

- developed electronic materials for lectures and practical classes, test tasks for knowledge control in the section "Electromagnetism";

- developed methodological approaches to the use of remote technologies elements for the study of physics at the Technical University.

**Approbation of the results of the dissertation** The main provisions and results of the study were reported and discussed at scientific-methodical and scientific-practical conferences: international: "Innovative technologies in the process of training" (Vinnytsia, 2021), "History of science, technology and education" (Kyiv, 2021), " Global educational trends: creating a creative environment STEAM - learning "(Kyiv, 2021).

**Publications** The main provisions and results of the dissertation are published in scientific journals: 1 article in the publication registered as a professional category B in pedagogical sciences (collections of scientific papers) (co-authored), 4 publications in conference proceedings.

**List of key words:** distance learning of physics, synchronous-asynchronous mode, methodical approaches, monitoring of educational achievements in physics, information and communication technologies, software, technical support, electronic educational materials, technical university.

**The article contains:** used literature - 55, pages: -136, pictures - 33, tables – 8.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ФІЗИКИ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ .....	18
1.1 Поняття дистанційного навчання. Синхронний і асинхронний режими дистанційного навчання .....	18
1.2 Психолого-педагогічний аналіз реалізації проблеми електронного дистанційного навчання .....	22
1.3 Досвід дистанційного навчання в Україні і вплив світової тенденції.....	27
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 .....	35
РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ.....	36
2.1 Технічне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики....	36
2.2 Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики	40
2.2.1 Програмне забезпечення для організації онлайн-взаємодії в умовах дистанційного навчання фізики.....	40
2.2.2 Використання віртуальної дошки в умовах дистанційного навчання фізики .....	47
2.2.3 Використання симуляторів лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання фізики .....	51
2.2.4 Програмне забезпечення для моніторингу навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики .....	53
2.3 Методичне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики	56
2.4 Методичні рекомендації щодо проведення дистанційних занять з фізики	67
2.4.1 Методичні рекомендації щодо проведення лекційного заняття з фізики .....	69
2.4.2 Методичні рекомендації щодо проведення практичного заняття з фізики .....	74
2.4.3 Методичні рекомендації щодо проведення лабораторного заняття з фізики .....	77
2.5 Моніторинг навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики.....	81
РОЗДІЛ 3 ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД	

ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ .....	88
3.1 Організація та методика проведення педагогічного експерименту .....	88
3.2 Результати та аналіз педагогічного експерименту .....	95
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 .....	102
ВИСНОВКИ.....	104
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	106
ДОДАТКИ.....	113



## ВСТУП

Вплив зовнішніх чинників, зокрема пандемії Covid-19, сприяв організації освітнього процесу в дистанційному форматі. Перед науковцями та педагогами постала задача пошуку оптимальних підходів, методик щодо організації дистанційного навчання. Цей формат призвів до перегляду традиційних підходів, що використовувались у фундаментальних дисциплінах, зокрема й у фізиці. Фізика є прикладною наукою, тому вкрай важливим є розроблення особливих підходів до проведення практичних та лабораторних занять в системі дистанційного навчання. Як показав аналіз науково-педагогічної літератури дане питання є відкритим та дискусійним.

Основні засади організації дистанційного навчання фізики закладені в нормативно-правових документах. Значний внесок в розбудову теорії дистанційного навчання був здійснений Биковим В. Ю., Кухаренком В. М., Сиротенком Н. Г., Рибалкою О. В., Богачковим Ю. М., проте більшість їх досліджень були зроблені до широкого впровадження дистанційного навчання в освітньому просторі, а отже, вимагає внесення коректив. Окремі елементи методики дистанційного навчання з фізики висвітлювались у роботах Сальника І.В., Сірика Е.П., М.О. Моклюка, М.І. Шута, В.Ф. Заболотного, Віктора П. та інших, проте вони не формують цілісного підходу до вирішення проблеми дистанційного навчання з фізики.

Отже, проблема організації дистанційного навчання з фізики є актуальною, потребує пошуку оптимальних технічних засобів, програмного забезпечення, методичних підходів та розроблення дидактичних матеріалів підтримки даного формату навчання. Це зумовило обрання теми магістерської дисертації «Методичні засади реалізації дистанційного навчання фізики у технічному університеті».

## **РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ФІЗИКИ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

### **1.1 Поняття дистанційного навчання. Синхронний і асинхронний режими дистанційного навчання**

У зв'язку з істотними структурними змінами в освіті, що супроводжувались впливом на всі сфери діяльності людини, набуло широкого застосування дистанційна форма навчання. Такий формат навчання під час кожного з етапів свого розвитку впроваджувався у закладах освіти різного рівня, унаслідок чого постійно висвітлювалось і вдосконалювалось поняття дистанційного навчання.

Для розуміння сутності визначення дистанційного навчання нами проаналізовано низку вітчизняних і зарубіжних джерел з врахуванням переломного моменту, що спричинила пандемія Covid-19.

На думку Собаєвої О.В. [1] дистанційне навчання – різновид відкритого навчання з використанням комп'ютерних та телекомунікаційних засобів, що забезпечують інтерактивну взаємодію викладачів та студентів на різних етапах навчання і самостійну роботу останніх з матеріалами інформаційної мережі, більшість з яких підготовлена викладачами.

Відповідно до Закону України «Про освіту», прийнятого 5 вересня 2017 року Верховною Радою України, однією з основних форм здобуття освіти є інституційна (дистанційна) форма. Дистанційна форма здобуття освіти – це індивідуалізований процес здобуття освіти, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього

процесу у спеціалізованому середовищі, що функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Згідно з дослідженням Долинського Є. В. дистанційне навчання виступає формою здобуття освіти, поряд з очною та заочною, за якої в освітньому процесі використовуються кращі традиційні та інноваційні засоби, а також форми навчання, засновані на комп'ютерних і телекомунікаційних технологіях [3].

На думку Шаран Р. В. дистанційне навчання – це самостійна педагогічна технологія, основою якої є самостійна робота студентів (керована, дидактично забезпечена та контрольована); із застосуванням у навчанні сучасних комп'ютерів, інформаційних технологій, телекомунікаційних мереж, засобів зв'язку [4].

Биков В. Ю., Кухаренко В. М., Сиротенко Н. Г., Рибалко О. В., Богачков Ю. М. вважають, що ДН – це форма організації і реалізації навчально-виховного процесу, за допомогою якої його учасники (об'єкт і суб'єкт навчання) здійснюють навчальну взаємодію принципово і переважно екстериторіально (тобто, на відстані, що не дозволяє і не передбачає безпосередню навчальну взаємодію учасників віч-на-віч, інакше, коли учасники територіально знаходяться поза межами можливої безпосередньої навчальної взаємодії і коли у процесі навчання їх особиста присутність у певних навчальних аудиторіях ВНЗ не є обов'язковою) [5].

Найбільшого поширення в науковій літературі набуло визначення дистанційного навчання, представлене Хуторським О. В.: «дистанційне навчання – це електронний варіант денного або заочного навчання, що адаптує традиційні форми занять та паперові засоби навчання в телекомунікаційні. Дистанційне навчання покликане вирішувати специфічні завдання щодо розвитку творчої складової освіти» [6].

Андрєєв О. О. наводить таке визначення дистанційного навчання – це цілеспрямований, організований процес інтерактивної взаємодії суб'єктів та об'єктів навчання між собою та з засобами навчання, причому процес навчання індіферентний до їх просторового розташування та проходить у специфічній

педагогічній системі. Елементами цієї системи є підсистеми цілей, змісту, методів, засобів навчання, організаційних форм навчання тощо [7].

На думку Блощинського І.Г. дистанційне навчання – це нова універсальна гуманістична форма навчання, яка провадиться на базі інформаційно-телекомунікаційних технологій, що створює умови для тих, хто навчаються, вільного вибору освітніх дисциплін, діалогового обміну з викладачем; більш активного використання наукового та освітнього потенціалів ВНЗ та інших освітніх установ за тісної взаємодії віддалених у часі та просторі викладача й студента [8].

Зарубіжні науковці не заперечували відсутність єдиного загальноприйнятого визначення «дистанційного навчання», тому вводять і використовують власні твердження. Кіген Д. вважає, що основними рисами ДН є місце розташування студента (поза ВНЗ) та відсутність міжособистісного спілкування віч-на-віч [9]. Ведмеєв Ч. у своєму дослідженні [10] визначає дистанційне навчання, як навчальну діяльність, за якої викладач та студент знаходяться на відстані один від одного, навчання по суті незалежне, з використанням засобів телекомунікації. Петерс О. підкреслює важливість дистанційного навчання, яке характеризується: нелінійністю, новизною, асоціативністю, гнучкістю, децентралізацією, дистрибутивністю та відкритістю навчальних програм [11].

У зв'язку з пандемією Covid-19 багато сфер діяльності людини кардинально змінились, зокрема й сфера освіти. Це зумовило й розвиток дистанційного навчання і появу нової термінології. Мартиненко С. у своїй роботі [12] розуміє під дистанційним навчанням індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного суб'єктів освітнього процесу в спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій. У свою чергу автор поєднує дистанційне навчання зі змішаним. Під поняттям «змішане навчання» він представляє цілеспрямований

циклічно організований процес взаємодії суб'єктів навчання, в якому поєднано традиційну та дистанційну моделі навчання, що відбувається безпосередньо в аудиторії та поза її межами в синхронному та асинхронному режимах і базується на широкому застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій.

Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського[13] визначає дистанційне навчання як індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.

З аналізу науково-методичної літератури було встановлено, що існують майже близькі розуміння поняття дистанційного навчання. Ми погоджуємось з думкою С. Мартиненко [12], що дистанційне навчання – це індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного суб'єктів освітнього процесу в спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій. Приймаємо визначення С. Мартиненко за робоче.

Аналіз джерел показав, що за формою роботи і викладу навчальних матеріалів дистанційне навчання поділяють на два основні режими: синхронне й асинхронне. На нашу думку слід поєднати найкращі риси синхронної і асинхронної взаємодії, та застосувати їх у синхронно-асинхронному режимі (Рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Режими дистанційного навчання

## 1.2 Психолого-педагогічний аналіз реалізації проблеми електронного дистанційного навчання

Пріоритетними напрямками психології являється людина та суспільство, в якому вона існує. Багато психологів і соціологів відмічають найбільш проблемну зміну в суспільстві: десята частина Інтернет-залежних людей витрачають свій час в мережі на спілкування. Таким чином змінюється роль та ставлення людини в соціумі. Спілкування в соціальних мережах формує пари «людина-комп'ютер-людина» та «людина-комп'ютер», при цьому пара «людина-людина» не може повноцінно функціонувати через відсутність вміння та бажання спілкуватись в соціумі. Сума цих факторів приводить до десоціалізації суспільства.

Прояв творчості являється ще одною важливою зміною в розвитку особистості. За словами Дж. Гелбрейта, “естетичні досягнення недоступні

індустріальній системі і в значній мірі знаходяться у суперечності з нею». Г. Ріда, теоретик сучасного мистецтва, вважає, що сучасне суспільство формує не людей, а «порожньооких», нудьгуючих, загальмованих, неконтактних роботів, здатних лише до насильства. На думку сучасних психологів і соціологів технізація і роботизація несе небезпеку вже на генетичному рівні. За словами Петрушенка В. Л. існує загроза «оголення» інстинктів [14]. На жаль сучасна людина не стає більш творчою, не дивлячись на значно більшу поінформованість. Вчений Мядзель М. у своїй статті [15] стверджує, що зростання абстрактності, кількості понять, умовних знаків, формул веде до інтелектуального еклектизму, розумової пасивності, іноді навіть невігластва щодо типових явищ і процесів.

У свою чергу, О.К. Тихомиров у роботі [16] визначає впровадження інформаційно-комунікаційних технологій вимогою часу та зовнішніх чинників. Він був першим, хто відмітив проблему впливу технологій на психологічний стан людини та її психічний розвиток. О.К. Тихомиров з колегами довів, що наслідки використання комп'ютерних технологій зафіксовані не тільки у розумовій діяльності, а й у мистецтві запам'ятовувати інформацію. У дослідженні [17] М.Г. Абрамов висунув гіпотезу: техногенна культура впливає на психіку людини негативно і позитивно.

Розвиток логічного прогностичного мислення, підвищення інтелектуального рівня завдяки розв'язанню складніших задач відносять до позитивного впливу на психіку людини. В авторефераті кандидатської дисертації [18] Л. П. Гур'єв також визначив переваги техногенної культури до яких відніс: розвиток адекватної спеціалізації пізнавальних процесів – сприймання, мислення, пам'яті, застосування комп'ютера для розв'язання професійних завдань тощо. Активне користування технікою та задоволення своїх потреб сприяють формуванню у багатьох користувачів таких якостей як ділова спрямованість, точність, акуратність, впевненість у собі тощо.

Сьогодні стрімкий розвиток мультимедійних технологій породжує поштовх видів діяльності у комп'ютеризації. Користувач набуває нових можливостей завдяки створенню інтегрованого інтерактивного середовища, яке

включає фото, відео, графіку, анімації, звук і текст. Особливістю цього процесу є залучення більшості сенсорних каналів людини.

Для кращого розуміння і легшого сприйняття фізичних процесів часто використовують елементи інфографіки. Ванічвасін П. [19] стверджує, що ця функція дозволяє викладачам готувати різні навчальні заходи, включаючи розминку лекції та конспекти курсу для того, щоб залучити студентів до змісту курсу та дати більше шансів на взаємодію. Шрок [20] зазначає, що з метою покращення навичок спілкування студента, може знадобитися розробка інфографіки на основі їх візуальних знань, мислення, навчання та висловлювання. Отже, інфографіку можна використовувати як альтернативний інструмент, а також допомогти студентам продемонструвати свої найвищі досягнення у навчанні.

Таким чином, викладачі шукають спосіб інтегрувати програми та інструменти, а потім задовольнити візуальні потреби студента, використовуючи інфографіку в навчанні. З іншої сторони, викладачі виходять за межі простого читання тексту та інтерпретують дані. Отже, використовують інфографіку як потужний спосіб спілкування. Автор книги «Сила Інфографіки: Використання зображень для спілкування та зв'язку зі своєю аудиторією» [21], Сміціклас М. визначив, що інфографіка підсилює швидкість розуміння інформації, підвищуючи шанс її обміну та розповсюдження у широкому діапазоні цифрових каналів.

Маккуорі А. [22] уточнив, що інфографіку можна використовувати в процесі навчання для проведення дискусій між студентами, самостійного поширення між своїми одногрупниками або в соціальних мережах. Крім того, дослідження Маккуорі [23] і Сміцікласа [24] показали, що візуальне спілкування за допомогою інфографіки збільшило співпрацю, залучення та концептуальне розуміння студентів. Це являється важливою складовою у процесі вивчення фізики, оскільки значну частину навчального процесу займають практичні та лабораторні заняття, які потребують обговорення і аналізу результатів.

На думку вчених Уяна Д. [23] і Крума Р. [24] впровадження відповідної



інфографіки в процес навчання дає можливість викладачам активізувати вербальний та візуальний канали обробки студентів, а також покращити їх осмислене навчання.

Дослідження Х. Біцена та М. Бехешті [25] в основному зосереджені на розумінні аспектів інфографіки в освіті. Хоча студенти повинні мати знання, щоб зрозуміти освітній контекст інфографіки, викладачі також повинні мати можливість подавати навчальну інформацію за допомогою інфографіки. У цьому дослідженні сприймається уявлення студентів про використання інфографіки в навчанні. Автори визначили, що майже всі студенти мали позитивну думку щодо інфографіки та бажали вчитись із наочними матеріалами більше, ніж з книгами чи іншими типами традиційних матеріалів. Однак було також декілька нейтральних позначень процесу використання інфографіки. Основна проблема цих студентів могла вважатися такою, що не має точних знань про цей метод, і може зайняти багато часу навчання або дизайн розробки. Але більшість студентів були задоволені використанням цього методу в освіті для ефективного збільшення своїх знань та навичок навчання.

Основною характеристикою об'єктів інфографіки є колір, від якого залежить розуміння, сприйняття та засвоєння інформації. Проведено низку дослідження для виявлення впливу кольору на психічні процеси людини. Зокрема Дяченко І.М. у своїй роботі [26] вивчав пізнавально-креативний потенціал кольору, який мотивує людину оточувати себе найкращим, стимулює довгострокову пам'ять і активізує інтелектуальну діяльність людини. Він визначив, що кольори поодиночці можуть мати негативний і позитивний вплив, а в поєднанні нейтралізувати один одного, створювати гармонійні поєднання. Наприклад, карти й ілюстрації варто підбирати спокійного та неяскравого забарвлення, об'єкти, що мають найбільшу площу, мають бути нейтрального кольору (зелений, голубий і жовтий, близький до зеленого), об'єкти найменшого розміру варто зафарбовувати найактивнішими кольорами (червоний, рожевий, оранжевий), розрізи зафарбовують в той колір, в який зафарбовано всю поверхню розрізаної деталі. Для інформативних таблиць рекомендується

використовувати контрастну рамку, застосовувати напівжирний шрифт символів, розташованих горизонтально, вертикально або по діагоналі. Варто зазначити, що ширина букви й висота має співвідноситись як 2:3, а товщина рамки і її висота – 1:6. Найкраще сприймаються на світлому фоні темні літери, об'єкти, що розташовані у верхній і центральній частині таблиці, гірше – у нижній, особливо в нижньому правому куті.

У роботі [27] Пальчевський С.С. досліджував психологічні особливості впливу кольору на здобувачів освіти в Україні. Він висвітлив методику використання кольору на уроках географії.

Дослідження [28] Пауэлл У.Ф. показали, що для зосередження уваги студентів на основних моментах заняття потрібно використовувати кольорові збудники так, щоб вони підкреслювали кожен складову об'єкта, який вивчається. Під час створення дидактичних матеріалів рекомендовано використовувати спокійні, тьмяні кольори, кожен частину виділяти окремим кольором, виділяти основні деталі світлішими відтінками одного кольору. Пауелл У.Ф. з'ясував, що зосереджуватись на деталях допомагає червоний колір, а творчий потенціал розвивається краще завдяки інформації на синьому фоні.

Г. Фрейлінг і К. Ауер досліджували у своїй роботі [29] вплив кольору на вирішення завдань. Помітили, що мислення людини на пряму зв'язане з кольором: приміщення, стіни, підлога, меблі яких пофарбовані в темні кольори гальмують розумову працю тих, хто навчається. У свою чергу підвищують розумову активність яскраві кольори.

На нашу думку, усі ці особливості потрібно врахувати під час створення навчально-методичних матеріалів для дистанційного навчання. Адже це дозволить підвищити чуттєве сприйняття і концентрацію уваги, посилити емоції людини, що супроводжує передання інформації в довгострокову пам'ять, створити комфортне середовище для дистанційного навчання.

Щоб створити сприятливу атмосферу для навчання та досягти високих результатів, рекомендують вчитись під спокійну, негучну музику, записувати і виділяти інформацію кольоровим чорнилом, використовувати різнокольорові

наліпки, вибирати навчальне приміщення з пастельно жовтими стінами, синіми або жовтими шторами та синьою лампою. На початку заняття варто використовувати відтінки рожевого кольору, основну частину виділяти червоним кольором, а закінчувати урок, використовуючи відтінки зеленого або голубого кольорів. Під час перерви необхідно дихати ароматизованим повітрям, переводити погляд у вікно або затуляти очі й перемикати увагу на приємні спогади.

Результат аналізу психолого-педагогічної літератури показав, що на ефективність організації дистанційного навчання, зокрема й фізики, впливають психологічні аспекти: дотримання сприятливої атмосфери, зручність під час відеочату, акцентування уваги з використанням кольору тощо.

### **1.3 Досвід дистанційного навчання в Україні і вплив світової тенденції**

Сьогодні існує ряд досліджень, які демонструють методи та підходи організації дистанційного навчання фізики. З метою організації ефективної системи дистанційного навчання фізики проаналізуємо роботи вітчизняних та зарубіжних дослідників, що стосуються організації лекційних і практичних занять, лабораторного практикуму та моніторингу навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики

Аналізуючи літературні джерела щодо організації дистанційного навчання фізики у закладах вищої освіти, було визначено два етапи до використання інформаційно-комунікаційних технологій, реалізації методичних підходів для дистанційного навчання: до пандемії дистанційне навчання використовувалось як допоміжний інструмент, після пандемії – як основний інструмент.

Першим кроком до застосування дистанційного навчання було вивчення

та дослідження результатів навчання, які можна отримати завдяки застосуванню інформаційних технологій. Пізніше Б.С. Гершунський, Є.І. Машбиць, І.П. Підласий розглядали педагогічні підходи до комп'ютеризації навчального процесу. Г.А. Андріанова, А.П. Кудін, А.В. Хуторський визначали методи творчого навчання за допомогою телекомунікаційних засобів.

Другим кроком стало затвердження Положення про розвиток інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки [30]. Воно мало на меті сформувати сприятливі економічні умови розвитку інформаційного суспільства, зокрема сформувати цілісну систему законодавства з питань дистанційного навчання та забезпечити на основі них реалізацію інформаційно-комунікаційних технологій в усіх закладах освіти.

У своїй роботі [31] Моклюк М.О. розробив навчально-методичний комплекс для вивчення квантової фізики з використанням елементів інформаційно-комунікаційних технологій, розробив та експериментально перевіряв методику використання дистанційні технології для навчання фізики у загальноосвітніх закладах. Моклюк М.О., Заболотний В.І. у ході дослідження [32] відмічають ряд проблем при організації дистанційного навчання. Вони стверджують, що відсутність практичних занять, роботи в лабораторії і фізичних практикумів, та розв'язування задач запобігають якісному викладанню та засвоєнню фізики, а також визначають проблему щодо здійснення контролю набутих знань, умінь і навичок. Для часткового усунення вказаних проблем дослідники рекомендують використовувати інформаційно-комунікаційні технології, зазначаючи, що кожна із технологій має плюси і мінуси

Стецик С.П., Ільніцька К.С. у своїй праці [33] розглядали переваги та недоліки використання дистанційної форми навчання для підготовки майбутніх вчителів фізики. Вони відмітили такі недоліки: неможливість реалізації індивідуального підходу у навчанні і вихованні, відсутність відповідальності, дисциплінованості і контролю студентів у процесі дистанційного навчання, нехватку практичного досвіду.

Дослідження [34] М.О. Моклюка, М.І. Шута, В.Ф. Заболотного

представили систему вивчення фізики у дистанційній освіті.

Не можливо не згадати відомого українського педагога, відеоблогера і викладача Рішельєвського ліцею в Одесі Павла Віктора. За проханням учнів він практикував віддалене навчання фізики у середній школі ще до всесвітньої пандемії. Застосовуючи YouTube, Павло Віктор проводив онлайн-уроки і згодом розміщав їх на своєму каналі[35]. Сьогодні на ньому налічується понад 700 відео, а кількість глядачів досягла 35 мільйонів.

Досліджували підходи до організації дистанційного навчання не тільки вітчизняні вчені, а й закордонні. У роботі [36] Пітер Густафссон відмітив вищий рівень знань у студентських групах, діяльність яких відслідковувалась, під час дистанційного курсу фізики.

У статті [37] Бодо Еккерт, Себастьян Гребер, Ганс-Йорг Йодль описали три основні засоби для організації дистанційного навчання з фізики: курс в університеті, колекції мультимедійних матеріалів, експерименти в онлайн-середовищі.

Більшість вчених досліджували питання оптимізації навчального процесу у форматі дистанційного навчання, розробляли нові методологічні аспекти і методику в загальному, не ставлячи фокус на конкретну групу дисциплін. Відомо, що саме природничі дисципліни потребують особливої уваги. Організація їх вивчення повинна враховувати психолого-педагогічні особливості, темперамент та базову підготовку студентів.

Отже, до 2020 року дистанційне навчання не розглядали і не вважали як обов'язкову, необхідну форму навчання. Дослідники відмічали складність реалізації через недостатню матеріально-технічну базу, недосконалість методів і технологій навчання конкретних дисциплін, відсутність доступного і комфортного програмного забезпечення. Часто-густо використовували дистанційний формат навчання для слухачів і студентів післядипломної та заочної освіти, оскільки у них відмічали самостійність, відповідальність й вмотивованість.

У зв'язку з поширенням Covid-19 усі навчальні заклади України у березні

2020 року були змушені змінити очний формат навчання на дистанційний. Спочатку не передбачалось, що навчання у дистанційному форматі буде відбуватись протягом тривалого часу. Усі навчальні заклади ретельно вивчали нормативно-правові документи з дистанційного навчання, розподіляли повноваження, сфери діяльності і відповідальності.

Аналіз колективної монографії [38] дав змогу визначити основні проблеми реалізації навчального процесу в умовах карантину, викликаного Covid-19. Дуже важливу роль у переході до дистанційної форми навчання відіграли навички усіх учасників освітнього процесу. Оскільки здобувачі освіти активно слідкують за інноваційними технологіями, вони рідше зустрічались з незрозумілими ситуаціями, ніж педагоги. У свою чергу викладачі і вчителі, які не застосовували можливості змішаного навчання до цього часу, були змушені витратити більше часу на підготовку уроків. Загалом для організації дистанційного заняття було витрачено більше часу, ніж тривало саме заняття. Згодом виявилось, що одною з основних проблем навчання на відстані стала відсутність технічного забезпечення.

Педагогічні працівники, здобувачі освіти та всі, хто організовують навчальний процес, опинились у неочікуваному становищі. Ця стресова ситуація стала поштовхом до рішучих змін. Вона спонукала кожного другого педагога приділяти три години в день самоосвіті. Також вони стали частіше відвідувати професійні сайти, в онлайні підвищувати свою кваліфікацію, вивчати цифрові інструменти, щоб згодом створювати і проводити заняття в онлайні.

В очному форматі навчання батьки вважали, що відповідальність за отримані знання дітей лежить на педагогах. Дистанційний формат навчання підштовхнув кожного переоцінити ставлення до вчителів, навчального процесу та їх результати. У результаті отримали більш налагоджений контакт усіх членів сім'ї, підтримку один одного в складні моменти життя та мотивацію щодо покращення себе і власного життя. Часто-густо батьки були присутні на заняттях разом із своїми дітьми, ностальгуючи і поновлюючи свій світогляд цікавою інформацією.

В умовах вимушеного дистанційного навчання була задіяна вся техніка, яка підключалась до Інтернету та підтримувала програмні платформи, оскільки як батьки так і їхні діти повинні були взаємодіяти попри відстань. Навчальні заклади, з великою матеріально-технічною базою, забезпечували педагогічних працівників та здобувачів освіти необхідними засобами.

У перші дні дистанційного навчання учасники освітнього процесу влаштовували взаємодію за допомогою різних інформаційно-комунікаційних технологій: спілкувались у месенджерах (Telegram, Viber), соціальних мережах (Facebook), Skype, через електронну пошту, телефон, інше. Згодом виявилось, що ці технології є достатньо примітивними та не повністю задовольняють потреби навчального процесу. Найпопулярнішою платформою для взаємодії весною 2020 року стала платформа Zoom, адже кожен другий брав участь у навчальному процесі завдяки ній. Для створення розкладу використовувалась програма Google Sheets. У Google Classroom, Moodle, Teams створювали віртуальні класи, які забезпечували доступ до навчально-методичних матеріалів. Перевірка і контроль здійснювалась на платформах Classtime, На Урок, Kahoot, Google Forms.

Варто зазначити, що у перші дні карантинного режиму Міністерство освіти і науки України запланувало і запустило проект «Всеукраїнська школа онлайн для 5-11 класів», що згодом транслювались по телебаченню. Цей проект доповнив асинхронний режим навчання.

Перед реалізацією синхронного режиму кожен викладач повинен сформулювати тему, визначити мету, хід і форму зустрічі, в залежності від кількості слухачів, заготовити проблемні запитання, ігрові завдання і т.п., розрахувати час зустрічі, врахувати наявність технічних неполадок та їх виключення.

Педагоги відмічають основні фактори, що дозволяють ефективно організувати процес навчання на відстані: регулярні зустрічі в режимі реального часу з використанням аудіо та відео зв'язку; слідувати за узгодженим планом, який враховує психологічні, фізіологічні та соціальні особливості кожного із

учасників навчального процесу; лояльність та уважність до студентів, що забезпечать підтримку і комфортне середовище для навчання.

Не зважаючи на глибоке розуміння та активне використання інноваційних засобів і технологій, студенти не завжди мали змогу самостійно розібратись з новою освітньою платформою. Для уникнення великої кількості запитань від студентів-користувачів викладачі проводили ознайомчу відеоконференцію, у якій розказували про засоби і технології, які будуть використовуватись під час навчання.

Варто відміти не серйозне ставлення деяких студентів до навчання на відстані. Під час реєстрації на освітній платформі або віртуальному класі було помічено облікові записи з несправжніми іменами. У результаті викладач витрачав додатковий час на ідентифікацію студента та прохання перейменувати свій профіль. Часто-густо студенти користувались новою «поважною причиною відсутності на занятті» - поганий Інтернет або аварія електромереж, та не завжди відпрацьовували пропущені заняття. Перевагою дистанційного навчання стала можливість виключення недисциплінованих студентів з конференції чи віртуального класу.

Л. Бондаренко у своїй роботі [39] виділяє проблеми дистанційного навчання в закладах вищої та середньої освіти, зокрема організацію лабораторного практикуму.

Соловйова О.Ю. [40] продемонструвала приклади використання Zoom в процесі викладання фізики та астрономії під час лекційного заняття в умовах дистанційного навчання.

Андрєєв, А. М. і Тихонська, Н. І у своїй роботі [41] демонструють використання наочних фізичних задач, «домашніх» експериментальних, винахідницьких та конструкторських задач, віртуальних лабораторій та електронних симуляторів фізичних дослідів для розвитку експериментаторських умінь в умовах дистанційного навчання фізики.

Мацюк В.М. у своїй праці [42] описував використання методу проектів в умовах дистанційного навчання з метою формування предметних і ключових



компетентностей учнів середньої і старшої школи.

У своїй роботі [43] Сальник І.В. та Сірик Е.П. описали процеси підготовки та проведення семінарських занять з фізики в умовах дистанційного навчання. Вони розробили підходи до оцінювання фізичних знань учнів середньої і старшої школи, що дозволяють повторити, закріпити і контролювати знань, проводити педагогічне спілкування, безпосередній контакт з учнями, узагальнити і оцінити їх знання.

Для організації дистанційного навчання під час карантину у КПІ ім. Ігоря Сікорського було створено програмне середовище «Сікорський», де розміщуються розроблені викладачами КПІ курси й не тільки. Платформа підтримує розробки виконані у Moodle та G Suite for education. Власники дистанційних курсів, які були створені з використанням особистого профілю, зіткнулись з проблемою обмеження прав. Вирішенням стало створення нового курсу з використанням корпоративної електронної пошти. Використовували gmail, оскільки вона була безкоштовною.

Богачков Ю.М. [44] відмічає незручність використання студентами різних засобів і технологій, та розгубленість під час дистанційного навчання. Кожен викладач організовує свою роботу і взаємодію зі студентами за допомогою різноманітних засобів, що примушує студентів освоювати їх.

У своїй роботі [45] П. Кляйн, Л. Івангек, М. Н. Далькемпер, К. Єлічич, М.-А. Гейер, С. Кюхман, А. Сусак дослідили як студенти-фізики сприйняли раптовий перехід до онлайн-навчання, як адаптували навчальний процес, вирішували проблеми його організації, як студенти оцінюють різні формати курсів та наскільки корисними та ефективними вони їх сприймають. Запропонували спеціальні курси для просування навичок самоосвіти, наголосили на позитивних аспектах дистанційного навчання та встановили мережевий зв'язок для підтримки спілкування зі студентами.

Нами було досліджено етапи розвитку програмних продуктів для реалізації дистанційного навчання фізики та визначено актуальні на сьогодні в умовах електронного дистанційного навчання [46].

Наше дослідження організації дистанційного навчання в Оксфордському університеті в умовах всесвітньої пандемії показало, що адміністрація університету змогла організувати забезпечення студентів технічними засобами. Виділено значну кількість навчально-методичних матеріалів для підтримки вивчення фізики на відстані, визначені методичні підходи до організації синхронної взаємодії зі студентами [47].

У перші місяці вимушеного масового впровадження у 2020 році дистанційного навчання, педагоги помітили низьку активність студентів. Виявилось, що студенти не так сприймають представлену інформацію, яка передається через комп'ютер, як в аудиторії. Виникла проблема пошуку і розробки різноманітних методів представлення навчальних матеріалів, розробки інтерактивних завдань з використанням комп'ютерних засобів. Наприклад, побудувати таблиці, схеми, які включають основні поняття як результат самостійного аналізу розділу або пункту навчального посібника; виконати тестові завдання, тощо.

Як показав аналіз літературних джерел дистанційне навчання до 2020 року було допоміжним до освітнього простору, тобто доповнювало та виступало одним із видів реалізації змішаного навчання, проте було не основним. З 2020 року у зв'язку з масовим впровадженням дистанційного навчання з'явилась необхідність у розробленні і пошуку нових технологій та методів для організації дистанційного навчання всіх дисциплін, зокрема й фізики.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. З аналізу психолого-педагогічної літератури було обрано робоче визначення: дистанційне навчання – це індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного суб'єктів освітнього процесу в спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.
2. Відмічено психологічні чинники, які впливають на ефективність дистанційного навчання, які на нашу думку, слід врахувати при підготовці методичного забезпечення з фізики, онлайн-спілкуванні зі студентами, проведенні лекційних і практичних занять, лабораторних практикумів, моніторингу навчальних досягнень з фізики.
3. На підставі аналізу психолого-педагогічних літературних джерел, визначено робочу гіпотезу: підвищенню ефективності організації дистанційного навчання фізики для студентів технічного університету сприятиме обґрунтування технічного, програмного і методичного забезпечення, та створення якісного й інноваційного навчального матеріалу.

## **РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

### **2.1 Технічне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики**

Сьогодні існує багато різних технічних засобів, які дають змогу оптимізувати процес дистанційного навчання та зробити його комфортнішим для викладачів і студентів. Для організації дистанційного вивчення фізики у технічному університеті необхідно не тільки комп'ютер, підключений до Інтернету, а й ряд інших засобів. Класифікуємо їх за функцією:

- для збереження, опрацювання та поширення даних - комп'ютер;
- для введення інформації – відеокамера, мишка, клавіатура;
- для виведення інформації – аудіогарнітура.

Основними технічними засобами для дистанційного навчання являється комп'ютер та доступ до Інтернету. На сьогодні існує кілька видів комп'ютерів: стаціонарні, портативні і суперкомп'ютери. В освітньому процесі доцільно застосовувати перші два: офісні або домашні стаціонарні комп'ютери, будь-який із портативних комп'ютерів (ноутбук, нетбук, планшет чи смартфон).

Базовий набір технічних засобів, потрібних для організації дистанційного навчання, залежить від вибору комп'ютера. Швидкодія, енергозатрати, процесор, обсяг оперативної пам'яті, відеокарта, розміри, кількість USB-входів та операційна система – це важливі моменти, на які в першу чергу потрібно звернути увагу при виборі комп'ютера. Адже ретельно підібрані комплектуючі головного технічного засобу будуть впливати на швидкість виконання завдань, ефективність праці та психологічний стан викладача і студентів. Отже,

розглянемо кілька варіантів базових комплектів технічних засобів:

- стаціонарний комп'ютер та відеокамера, аудіогарнітура;
- портативний комп'ютер з вбудованою відеокамерою та аудіогарнітурою.

Практичний досвід показав, що портативні комп'ютери зручніші та раціональніші у використанні, ніж стаціонарні за рахунок менших розмірів, можливості транспортування та доступності. На нашу думку, зручність використання базового набору підвищується з поєднанням додаткових технічних засобів, які створюють імітацію навчального процесу.

Існують технічні засоби, використання яких дозволить доповнити базовий набір, підняти ефективність роботи, імітувати основні моменти навчального процесу. Доповнити базовий набір технічних засобів можна наступними пристроями: документ-камера; електронне перо, стилус, ручка-мишка; електронна книга тощо. Нами було розглянуто їх функції та визначено найбільш зручні для організації дистанційного навчання фізики.

Документ-камера дозволяє передавати якісне зображення документів, об'єктів (у тому числі і тривимірних) у реальному часі на комп'ютер без додаткового затемнення. У разі потреби отримане зображення на екрані монітора може передаватись через Інтернет. Деякі документ-камери здатні відправляти відеосигнал до комп'ютера через USB-кабель. Особливістю документ-камери є робота з дуже дрібним шрифтом в книгах, друкованими сторінками на традиційних прозорих плівках, рентгенівськими знімками. Наприклад, у ході демонстраційної лабораторної роботи даний пристрій дозволить студентам спостерігати за фізичними явищами, показами приладів та результатом експерименту без жодних труднощів. Оскільки зображення транслюється в режимі реального часу, камери отримали широке використання в організації дистанційного навчання [48].

Одним із основних моментів уроку є відтворення інформації на дошці для кращого засвоєння матеріалу. Найпростішим способом передання записаної інформації на дошці чи папері є використання документ-камери або відеокамери з високою роздільною здатністю. Під час заняття камеру потрібно сфокусувати

на листок паперу або дошку так, щоб помістилась робоча область і сам викладач чи його рука не закривали написану інформацію студентам, які спостерігають. Цей процес можна відтворити із використанням смартфона, проте на практиці під час такої взаємодії у викладача виникають труднощі слідкування за чатом бесіди.

Альтернативою є використання віртуальної дошки, наприклад, Jamboard, Microsoft Whiteboard, IDroo тощо. Перевагою цього підходу є участь не тільки викладача, а й студентів у ході освітнього процесу. Використовувати віртуальну дошку можна на будь-якому пристрої. Практичний досвід показав, що робити записи на дошці, використовуючи комп'ютер і звичну мишку, не зовсім зручно, тому рекомендовано її замінити на ручку-мишку або використовувати графічний планшет з електронним пером, планшет зі стилусом тощо. Вартість останніх є приблизно однаковою, але процес використання дещо відрізняється. На нашу думку, психологічні особливості викладача можуть спричинити ускладнення при застосування графічного планшета, оскільки записи будуть відображаються тільки на екрані пристрою через який відбувається взаємодія. Практичне використання планшета зі стилусом показало, що така комбінація є найбільш зручною, оскільки всі записи залишаються перед викладачем, що є більш схожим і звичним до викладання інформації на звичайній дошці. Описане використання онлайн-дошки знаходить місце під час проведення лекційних та практичних занять з фізики.

Сучасний навчальний процес передбачає отримання нової інформації із електронних джерел: освітніх порталів, хмарних середовищ, онлайн-книг, тощо. Виходячи з нашого практичного досвіду, найзручнішим технічним засобом, що дозволяє працювати з онлайн-книгами, є електронна книга — планшетний комп'ютер, який дозволяє виводити текстову та графічну інформацію, представлену в електронному вигляді. Користувачі електронних книг відмітили тотожню якість зображення і високу відповідність друкованим книгам. Перевагою у використанні електронних книг є можливість зберегти всі необхідні матеріали на одному пристрої, вага якого в середньому 220 грам.

У результаті аналізу наявних технічних засобів і їх практичного застосування було обрано найбільш зручні та доступні для організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті (Рисунок 2.1): базовий набір (комп'ютер, відеокамера, аудіогарнітура і графічний планшет) або смартрішення (планшет з універсальним стилусом).



Рисунок 2.1 – Технічне забезпечення для дистанційного навчання фізики в технічному університеті

## **2.2 Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики**

Серед програмних забезпечень, які необхідні для організації дистанційного навчання фізики, виділяємо:

- платформу для розміщення навчальних матеріалів;
- сервіс для комунікації;
- програмне середовище для відеоконференцій;
- віртуальну дошку;
- симулятор лабораторних робіт;
- платформа для моніторингу знань;
- електронний розклад, журнал тощо.

### **2.2.1 Програмне забезпечення для організації онлайн-взаємодії в умовах дистанційного навчання фізики**

Для організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті викладачу необхідно:

- налагодити спілкування з групою студентів;
- створити електронний розклад;
- розробити індивідуальний план роботи та рейтингову систему оцінювання під час дистанційного навчання;
- обрати програмне середовище, яке буде включати необхідні функції для синхронного і асинхронного навчання;



- розробити електронні матеріали для різних видів занять;
- розробити систему моніторинг навчальних досягнень студентів;
- оформити журнал оцінок.

Перед початком семестру студентам представлено викладача і курс, який він буде викладати. Це дозволило налаштувати взаємозв'язок, зацікавити і, можливо, надихнути їх на ефективне і якісне навчання. Щоб досягти безумовного успіху, розробили картку-знайомство (Рисунок 2.2) з короткою інформацією про дисципліну і викладача, безпосередньо представились усім студентам під час першого заняття.

<b>Назва навчальної дисципліни (освітнього компоненту)</b>	<b>Фізика - 2. Електрика та магнетизм</b>
<b>Науково-педагогічний працівник, що забезпечує викладання</b>	Доцент Матвійчук Олексій Васильович
<b>Контактний телефон</b>	+380966021925
<b>Електронна пошта</b>	alexmatv2005@ukr.net
<b>Короткий опис дисципліни</b>	Предмет «Електрика та магнетизм» займає центральне місце серед інших курсів загальної фізики. Закони та явища електромагнетизму є основою сучасної електроніки, фундаментом для різних галузей науки і техніки. Їхнє вивчення під час лекційних, лабораторних і практичних занять дасть змогу опанувати багато інших важливих курсів.
<b>Форми та технології навчання</b>	Лекційні і практичні заняття у дистанційному синхронному режимі ( <a href="https://classroom.google.com/c/MjYzNTQzOTI3NzY0?cjc=ycf3i4s">https://classroom.google.com/c/MjYzNTQzOTI3NzY0?cjc=ycf3i4s</a> ), лабораторні заняття з використанням симуляторів
<b>Посилання на ресурс де розміщені навчальні матеріали</b>	<a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=297">http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=297</a>

Рисунок 2.2 – Ознайомча картка навчального курсу «Фізика-2. Електрика та магнетизм» викладача Матвійчука О.В.

Так як КПІ імені Ігоря Сікорського займає передові позиції серед закладів вищої освіти в Україні, а також слідує інноваційним розробкам, усі студенти і

працівники використовують електронний розклад [49], доступ до якого можна отримати за посиланням <http://rozklad.kpi.ua/>. Зокрема і нами у ході даного дослідження було використано даний сервіс. Він включає три розділи, які враховують індивідуальність користувача: для навчальної групи - розклад занять, розклад сесії, а також окремий розклад для викладачів. На рисунку 2.3 наведено приклад розкладу групи ТЯ-01 на другий семестр навчання.

Розклад занять для ТЯ-01						
Перший тиждень						
	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця	Субота
1 08:30		Фізика ст.вик. Матвійчук О. В. 216-05	Фізика ст.вик. Матвійчук О. В. 209-07 Лаб			
2 10:25	Технології комп'ютерного моделювання проф. Сорокова Н. М. 216-05 Лек	Інженерна графіка доц. Гетьман О. Г. Прак		Вища математика - 2 доц. Массалітіна Є. В. Прак	Теоретична механіка доц. Федоров В. М. 4П-05 Лек	
3 12:20	Хімія ст.вик. Гуц Н. А. 111-07 Лек	Хімія ст.вик. Гуц Н. А. 219-04 Лаб	Інформаційні технології доц. Білицька Н. В. 524-05 Лаб	Вища математика - 2 доц. Массалітіна Є. В. 2П-05 Лек	Теоретична механіка доц. Федоров В. М. 1,5 Прак	
4 14:15		Інформаційні технології доц. Білицька Н. В. Лек	Іноземна мова - 1 вик. Шиліна Л. І. Прак	Фізичне виховання - 1	Історія науки і техніки доц. Ігнатова Л. Р. 314-05 Прак	

Рисунок 2.3 – Розклад групи ТЯ-01

Оскільки усі деканати факультетів КПІ організували інформаційні канали у Telegram і цей сервіс активно використовується студентами, прийнято рішення застосовувати його для швидкої комунікації. Для того, щоб організувати безпосередній зв'язок між студентами і викладачем було створено бесіду (Рисунок 2.4), яка дозволяє просто, швидко і надійно обмінюватись повідомленнями. Повідомлення можуть вміщати текст, фото чи відео, файли різних форматів, розташування, посилання тощо. Також у Telegram є можливість записувати аудіо- та відеоповідомлення, які дозволяють краще передати настрій

і задати темп розмови. У ході експерименту месенджер використовувався для нагадування про зустріч, проведення консультацій, уточнення незрозумілих моментів, передачі інформації.

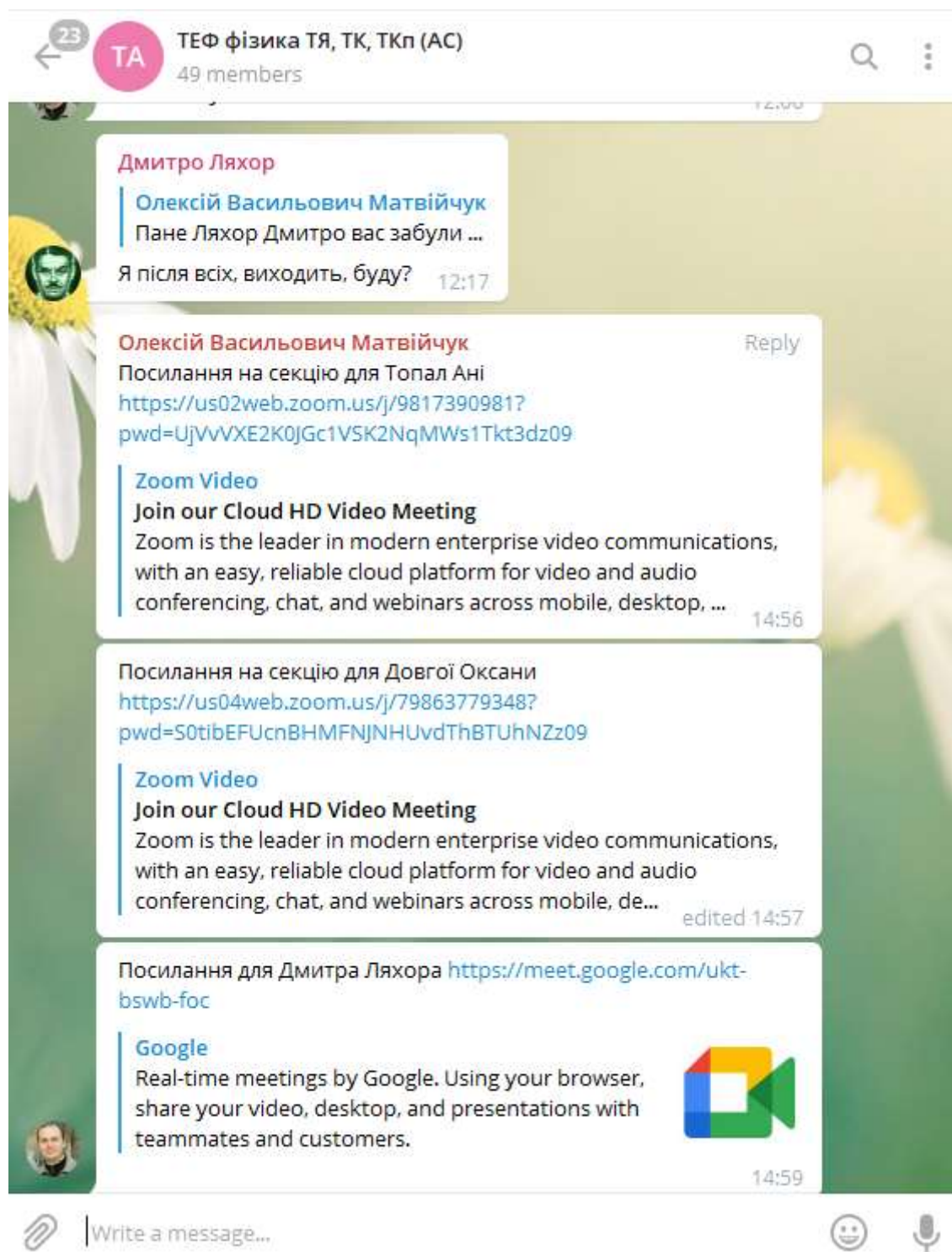


Рисунок 2.4 – Бесіда за участі викладача і студентів у Telegram

Асинхронна взаємодія забезпечувалась за допомогою платформи Google Classroom, що включає всі необхідні функції і є загальнодоступною. Даний сервіс являє собою програмне середовище, яке об'єднує групу студентів і викладача, для подальшої взаємодії: публікація інформації, завдань, електронний журнал. Викладач і студенти повинні мати профіль у Google для користування онлайн-класом. Наявність аккаунта надає можливість використовувати не тільки Classroom, а й інші сервіси Google: пошту Gmail, хмарне сховище Диск, Календар, платформу для відеоконференцій Meet, Таблиці, Презентації, Форми, віртуальну дошку Jamboard.

Для організації синхронної взаємодії під час дистанційного навчання використовували платформи, які дозволяють не просто спілкуватись на відстані, а й застосувати інтерактивні елементи освітнього процесу. Наприклад, Zoom, Google Meet, Teams дають можливість проводити онлайн-конференцію з рядом зручних засобів, після типової реєстрації облікового запису з використанням електронної пошти. Кожне з цих програмних забезпечень підтримувалося на будь-якому пристрої (смартфон, планшет, комп'ютер, ноутбук), підключеному до інтернету, з використанням операційних систем Android, IOS, macOS, Windows. Проведення відеоконференцій у Google Meet або Zoom можливе з використання як веб-версії, так і додатку. У свою чергу Zoom потребувала виключно встановленого додатку чи програми на пристрої за допомогою якого буде організовано взаємодію. Кожна з програм мала базовий набір функцій та додаткові за окрему плату. До базових найчастіше відносять необмежену кількість зустрічей, максимальна кількість учасників 100 осіб, запрошуване посилання для приєднання до зустрічі, інколи ще пароль для входу. У Google Meet і Teams тривалість конференції не обмежується часом, у безплатній версії Zoom конференція тривала протягом 40 хв, відповідно платна версія дозволяла спілкуватись безлімітно. За метою використання у Google Meet і Teams версії поділяли на стандартну (включає базовий набір функцій), бізнес, навчальну тощо. Останні дві включають повний набір функцій. Для авторизації у навчальній версії Google Meet обов'язкова реєстрація за допомогою профілю

Google, Google Workspace, G suite for education. У свою чергу для приєднання до наради в Teams була потрібна просто електронна адреса. Для використання навчальної версії, яку можна отримати підтвердивши акредитацію навчального закладу, адміністратор Microsoft створив усім учасникам навчального процесу облікові записи з відповідним доменним ім'ям серверу, який зберігав усі дані.

Створивши конференцію, користувач набував прав організатора та міг задавати всі необхідні налаштування: дату та час події, наявність віртуального фойє (кімнати очікування), призначати співорганізаторів та слухачів, їх додання та вилучення (у навчальних версіях), відключити звук учасника, зупинити відео для певної людини, завершити усю зустріч, демонстрація екрану, деяких вкладок чи файлів (Word, Pdf, Power Point тощо), надавати доступ до використання цих файлів чи керування демонстраційним екраном, збереження чату. Будь-який учасник наради у навчальній версії Teams, Google Meet чи типовій у Zoom міг спілкуватись в чаті зі іншими учасниками, налаштовувати фон із заданих або завантажити власний, задавати зручний режим перегляду, «піднімати» руку, щоб звернути на себе увагу під час зустрічі, вмикати чи вимикати вхідні звук та відео, покидати конференцію.

Дуже зручною функцією, що наявна кожній із розглянутих програмних середовищ, являється налаштування камери та мікрофона перед приєднанням до наради. Це дозволяє перевірити як ви виглядаєте і уникнути технічних неполадок під час приєднання. Zoom, Google Meet і Teams автоматично змінюють вигляд екрана під час конференції, щоб у першу чергу показувати найактивніших учасників і контент, що використовується найчастіше. Заміною традиційного використання дошки і крейди в освітньому процесі стала вбудована віртуальна дошка, назва якої Whiteboard. Вона дозволяє не тільки записувати потрібну інформацію, а й прикріплювати фото, текст тощо. У Teams вбудовано Microsoft Whiteboard, у Google Meet – Jamboard, у яких присутній штучний інтелект. Він дозволяє конвертувати символи у текст чи формули, рисунки у геометричні фігури.

В освітньому процесі знаходить місце можливість поділу учасників

конференції на декілька переговорних кімнат, що реалізується у Zoom, Google Meet та Teams. Ця функція підходить для командної роботи, наприклад, під час виконання навчального проєкту, лабораторного практикуму чи експерименту. Організатор може знаходитись та взаємодіяти тільки з учасниками поточної кімнати, поки учасники інших виконують завдання.

Наявність живих субтитрів, які генеруються автоматично технологією розпізнавання мовлення, являються необхідним елементом під час зустрічей. Вона дозволить уникнути перепитування у разі поганого з'єднання чи можливість сприймати інформацію не тільки через слуховий канал, що спрощує освітній процес. Сьогодні ця функція доступна у Google Meet і Teams лише для англійської мови та в США.

У Zoom можна додавати дані потенційних співбесідників, створюючи контакти. Згодом використовуючи ці контакти, можна створити канал та запланувати у ньому відеоконференцію.

Додатки Google і Microsoft Office інтегровані у Google Meet і Teams, що дозволяє полегшити організацію взаємодії під час дистанційного навчання. Наприклад, Google meet дозволяє приєднуватися до зустрічі з використанням Gmail або Календаря. У запрошення можна додати користувачів Microsoft Office, які бачитимуть зустрічі у своєму календарі Microsoft Outlook. У Teams застосовується календар Microsoft. Після створення наради в календарі учасників відображається запланована зустріч з вказаними датою і часом, а також автоматично надсилається лист із запрошуваним посиланням на пошту Outlook. Також у Teams інтегрований Microsoft OneNote, що дозволяє під час наради робити записи та пізніше переглядати їх. Нотатки можуть бути спільними й окремими для учасників конференції. Режим «Разом» можна використовувати для симуляції звичного вигляду аудиторії, де всі студенти сидять за партами, вивівши зображення присутніх у відеоконференції на весь екран. Після завершення наради зберігається список учасників, який можна переглянути у будь-який зручний момент та в подальшому використовувати для аналізу роботи студентів. У випадку більш масової зустрічі, презентації, вебінару чи

конференції на рівні університету чи країни використовують відеоподію у Microsoft Teams. Вона може вміщати не більше ніж 10 000 учасників.

Не зважаючи на адекватність сучасних людей і закритий доступ до конференції в Zoom, неодноразово було виявлено незапрошених учасників, порушення конфіденційності та поширення не етичного вмісту під час відеозустрічей. У свою чергу у Google Meet і Microsoft Teams реалізовані заходи для запобігання порушенням: двофакторна аутентифікація (наприклад, ключі безпеки у вигляді символьних кодів), передача даних через зашифрований канал за замовчанням, відповідність нормативним вимогам.

Практичний досвід використання Zoom, Google Meet і Teams показав, що найзручнішим із розглянутих програмних середовищ для відеоконференцій є Google Meet, тому під час організації дистанційного навчання фізики рекомендуємо і будемо використовувати саме цей сервіс. Основними перевагами використання Google Meet є простий інтерфейс, наявність функцій відео- й аудіозв'язку, чату, демонстрації екрану, високий рівень захисту даних онлайн-зустрічі.

### **2.2.2 Використання віртуальної дошки в умовах дистанційного навчання фізики**

Незамінним елементом для проведення дистанційного заняття у синхронному режимі є віртуальна дошка. За останні роки кількість і якість віртуальних дошок зростала, тому кожен викладач зможе вибрати ту, яка найбільше до вподоби. Розглянуто дошки, які вбудовано в Zoom, Google Meet - Jamboard, Teams - Microsoft Whiteboard та IDroo, бо як показало дослідження [38], їх найчастіше використовували українські викладачі під час дистанційного

навчання у 2020 році.

Щоб запустити вбудовану віртуальну дошку в Zoom, Microsoft Whiteboard чи Jamboard у ході відеоконференції, викладач використовува комп'ютер. Після цього він і студенти використовували дошку на будь-якому пристрої. Користувачі Zoom і Teams вступали у взаємодію з дошкою у вкладці відеоконференції. Для спільного користування Jamboard організатор відеоконференції у Google Meet починав роботу з дошкою на комп'ютері, створивши нову чи відкривши вже заготовлену. Після чого в новій вкладці відкрилося посилання на дошку та зразу ж було відправлено в чат зустрічі. У випадку використання смартфона чи планшета студентам необхідно було інстальювати додаток Jamboard для iOS та Android.

У разі створення дошки, відповідно і повідомлення в чаті з посиланням на неї, до підключення всіх студентів, останні не зможуть його побачити і використовувати дошку. Для уникнення такої ситуації необхідно звертати увагу студентів на планування власного часу та врахування технічних неполадок. З метою отримання доступу до Jamboard студентів, які запізнились, викладача потрібно продублювати в чаті повідомлення з посиланням на дошку.

Для безпосереднього користування Microsoft Whiteboard потрібно встановити додаток на пристрій, а потім авторизуватись. Тоді відкрити віртуальну дошку кожен із учасників інтерактивного заняття може, перейшовши за посиланням. У такому випадку не обов'язково брати участь у відеоконференції або використовувати функціонал Teams.

Для використання IDroo викладач і студенти повинні авторизуватись з використанням електронної пошти. Доступ до роботи з віртуальною дошкою студенти можуть отримати: через запрошене посилання або коли викладач приєднає електронну пошту.

Microsoft Whiteboard і Jamboard дозволяє не тільки замінити звичну дошку і крейду, а й включає штучний інтелект, який дозволяє перетворювати накреслені об'єкти на фігури.

Віртуальна дошка може мати вигляд набору листів, як у Jamboard і Zoom,



та нескінченної дошки - Microsoft Whiteboard і IDroo. У свою чергу набір листів обмежується, а кількість нескінченних дошок може бути безлімітною, проте є обмеження на використання пам'яті.

Кожна із досліджуваних дошок включає в себе базовий набір інструментів:

- набір тла (крапка, лінійка, клітинка, старий папір);
- кілька видів і кольорів чорнил (олівець, ручка, текстовий маркер тощо);
- гумка для стирання записів;
- відмінити/повернути дію;
- вставлення тексту;
- вставлення PDF, Word та PowerPoint документів;
- вставлення кольорових нотаток.

Важливо, що всі згадані об'єкти можна відредагувати в Microsoft Whiteboard, наприклад, змінити розмір, повернути, розмалювати та стерти непотрібні деталі. Для структуризації матеріалу, акцентування на основних ідеях використовують різнокольорові стікери. Використовуючи їх, можна вводити текст навіть без цифрового пера. Окрім цих функцій у Microsoft Whiteboard наявні: рулетка, яка дає змогу вправно виконувати рисунки з точністю до одного градуса, ласо – об'єднує виділені об'єкти, що дозволяє редагувати всі одночасно (Рисунок А.1). Студенти і викладачі мають змогу показати свою позитивну реакцію на кожен із прикріплених об'єктів, натиснувши на нього і кнопку «like» у Microsoft Whiteboard.

Важливим елементом звичного заняття є указка. У Jamboard є можливість використовувати лазерний вказівник: при натисканні і русі мишки з'являється червона крива, яка слідує за курсором і поступово зникає. Окрім нього у вбудованій дошці Zoom можна ще використовувати трохи більшу за розмір вказівника різнокольорову стрілку, яка супроводжує ваш курсор або залишається у місці на яке треба наголосити студентам (Рисунок А.2).

До переваг Jamboard у Google Meet віднесено можливість малювати стилусом, а стирати пальцем, підтримку до 16 точок дотику одночасно на одному

пристрої, що виділяє її серед інших. До недоліків – відсутня можливість змінювати розмір пера і невеликий вибір кольорів чорнила.

Whiteboard у Zoom, Jamboard (Рисунок А.3), IDroo підтримують функцію побудови геометричних фігур: коло, квадрат, прямокутник, еліпс тощо. Вони можуть мати різні розмір, колір і розташування на дошці, а також їх кількість є необмежена.

Для підвищення інтерактивності під час заняття на вбудованій дошці Zoom використовують мітки: синій знак питання, зелена галочка, червоний хрестик, червоне серце, жовті зірки, голубі стрілки. У Zoom можна стерти не тільки вибрані елементи або все, а й власні рисунки чи рисунки студентів.

IDroo автоматично проводить масштабування написів у результаті чого текст набуває реалістичного вигляду. Головною відмінністю віртуальної дошки IDroo серед розглянутих є наявність математичних елементів для запису формул: радикали, інтеграли, індекси, дужки, дроби, знаки суми і добутку, функції, діакритичні знаки, границі, логарифми, грецький і англійський алфавіти (Рисунок А.4). Отже, ця віртуальна дошка найкраще підходить для дистанційного навчання математичних та фізичних дисциплін. Оскільки програма IDroo не прив'язана до жодного програмного забезпечення для відеоконференцій, до її функціоналу входить чат.

Для реалізації певної цілі під час зустрічі у Microsoft Whiteboard використовують шаблони, наприклад, для мозкового штурму, ретроспективи, створення тижневого розкладу. Шаблони складаються з списків, нотаток, схем тощо. Це дає можливість зацікавити студентів досягати мети заняття.

Під час заняття викладач може надавати доступ до редагування дошки або обмежувати його. У Jamboard, автоматично приєднавшись до зустрічі, отримують право редагування дошки студенти, що перейшли за посиланням через календар або чат. Якщо використовується навчальний пакет Google Meet, не авторизований студент за допомогою навчального облікового запису не має доступ до дошки. Його можна отримати, якщо викладач вручну поділиться за допомогою електронної пошти.

Наприкінці заняття рекомендовано зберігати напрацьовані матеріали для кращого їх засвоєння. Це дає можливість викладачу проаналізувати заняття, відсутнім студентам опрацювати інформацію, а присутнім заповнити прогалини у конспекті. Усі розглянені платформи передбачають збереження дошки у вигляді високо якісного зображення або PDF документу, які можна завантажити. У Microsoft Whiteboard викладач також може конвертувати дошку у файл OneNote або опублікувати посилання на неї для студентів у Teams. Усі дошки автоматично зберігаються у хмарному середовищі та залишаються доступними для повторного використання чи перегляду на усіх пристроях, де виконана авторизація. Доступ до віртуальної дошки здійснюється за посиланням або запрошенням. Зокрема Microsoft Whiteboard використовують для організації розпорядку дня чи тижня, саморозвитку, постановки цілей.

На нашу думку, віртуальна дошка IDroo являється найкращою у використанні із вище розглянутих, оскільки не вимагає завантаження на пристрій, включає бібліотеку математичних операторів, які часто використовуються для опису фізичних законів. Надалі продемонструємо приклади її використання під час вивчення електромагнетизму.

### **2.2.3 Використання симуляторів лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання фізики**

За останні роки розроблено велику кількість програмних забезпечень з метою розважити суспільство, привернути увагу до науки, пізнавати навколишнє середовище та усі природні явища більш детально. Тим часом працівники освіти, надихнувшись розробками, вирішили застосовувати інноваційні засоби в освітньому процесі, оскільки це заохочує студентів вивчати щось нове.

Прикладом слугує симулятор лабораторних практикумів. У ході дистанційного навчання студенти втомлюються від однотипних занять і завдань: послухати лекцію, записати основне, опрацювати тему, відповісти на тестові питання чи розв'язати задачу. Опрацювання теми з використанням симуляторів розбавить типовий освітній процес та дозволить викликати інтерес до вивчення дисципліни, прагнення пізнавати нове.

Більшість студентів в Україні, навчаючись у закладах загальної середньої освіти, не мають потрібних навичок для ефективного виконання лабораторного практикуму в університеті [50]. Останніми роками викладачі фізики КПІ імені Ігоря Сікорського розробили низку методичних матеріалів, які допомагають студентам підготуватись до виконання експерименту. Наближеність віртуальних симуляторів до реального обладнання дозволяє сформулювати та закріпити студентам базові експериментаторські компетентності, краще підготуватись до виконання лабораторних робіт в аудиторії при очному навчанні, а в дистанційному є чудовою альтернативою роботи в аудиторії.

Серед розроблених матеріалів слід виокремити симулятори лабораторних робіт з курсу загальної фізики. Вони розміщені в навчальному курсі «Лабораторні роботи з курсу фізики» на [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua) [51]. Курс включає протоколи лабораторних робіт та симулятори з механіки, електрики і магнетизму, оптики й атомної фізики. Кількість симуляторів складає 27. Деякі із симуляторів підтримуються не тільки на ПК, а й на сенсорному екрані.

На рисунку 2.5 зображено приклад симулятора для виконання лабораторної роботи «Визначення відношення теплоємності газу при сталому тиску до його теплоємності при сталому об'ємі». Для отримання різниці рівнів рідини в манометрі студенти повинні поставити у правильне положення ключі K1 і K2. Після чого, рухаючи ручкою насоса, потрібно накачати повітря, зафіксувати та записати результати у таблицю.

## Лабораторна робота 1-6

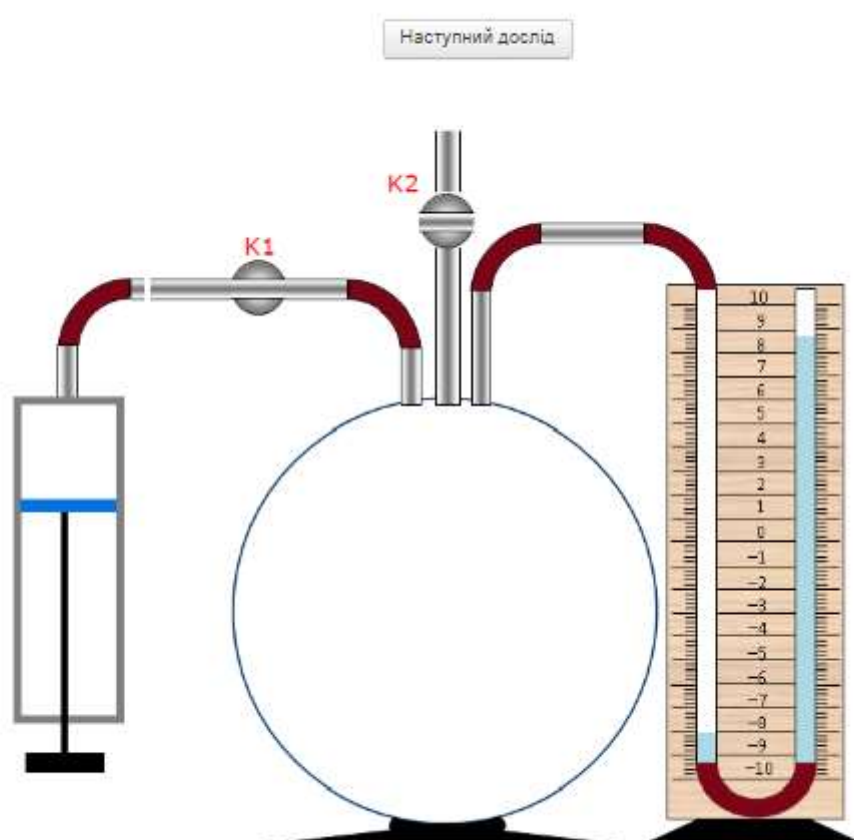


Рисунок 2.5 – Симулятор «Лабораторна робота 1-6»

### 2.2.4 Програмне забезпечення для моніторингу навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики

На нашу думку, найбільш простим та зручним сервісом для аналітики оцінювання та процесу навчання є платформа Classtime. Використання цього сервісу допомагає спростити навчальний процес, зосередити і зацікавити студентів, поглибити і перевірити їх знання.

Щоб розпочати роботу, необхідно створити свій обліковий запис,

натиснувши «Почати зараз» або «Вхід вчителя» (у верхньому правому кутку). Це можна зробити зареєструвавшись безпосередньо за своїм email або через Facebook, Google, Microsoft чи Office 365. Щоб перейти до створення сесії, потрібно пройти авторизацію.

Головне меню користувача дає доступ до трьох розділів: бібліотека, сесії та командні ігри. У бібліотеці можна створювати власний завдання чи додавати вже готові. Аналізувати і зберігати результати, активність здобувачів освіти дозволяє розділ сесії.

Classtime пропонує 9 видів питань:

- з одною правильною відповіддю;
- з декількома правильними відповідями;
- визначення істинності твердження (правда/неправда);
- з текстовою відповіддю;
- на відповідність;
- визначення категорії;
- встановити порядок;
- на вибір тексту;
- обрати область.

Після запуску сесії викладачем, платформа пропонує символічний та qr-код, який викладач має можливість показати на весь екран, та додатково посилання. Студенти приєднуються до неї за допомогою коду, вказують свої персональні дані та розпочинають роботу з питаннями. Приклади розроблених тестів з теми «Електромагнетизм» представлено в додатку В.

Після завершення тесту студенти отримують свій результат на екран, а згодом проходять рефлексію у вигляді трьох запитань. Відгуки студентів дозволяють викладачу контролювати їх психічний стан, визначати рівень зацікавлення до вивчення фізики та побачити самооцінку знань. Результати тесту викладач отримує на екрані свого пристрою (Рисунок 2.3), а також може зберегти їх у PDF файлі.

Приховати імена		1	2	3	4	5
Сортувати за іменем						
Азімов Тимур	40%	✗	✗	✓	✗	✓
Андрій	0%					
Андрій Стефанович	80%	✓	✓	✓	✓	✗
Антон Еременко	40%	✗	✓	✓	✗	✗
Антон Яйченя	80%	✓	✓	✓	✗	✓
Аня Гнатенко	40%	✗	✗	✓	✗	✓
Баричук Захар	0%	✗	✗	✗	✗	✗
Виктор Евтушок	80%	✗	✓	✓	✓	✓
Владислав Лесык	20%	✗	✗	✓	✗	
Владислав Сухенко	80%	✗	✓	✓	✓	✓
Волков Сергей	60%	✓	✓	✓	✗	✗
Володимир Сагура	60%	✗	✓	✓	✓	✗
Гліб Спірін	80%	✗	✓	✓	✓	✓
Дмитрій Іванько	20%	✗	✗	✓	✗	✗
Іван Цукило	80%	✓	✓	✓	✓	✗
Катаненко Андрій	60%	✗	✓	✓	✗	✓
Кирнос Максим	60%	✗	✓	✓	✗	✓
Ларионов	20%	✗	✓	✗		
Ляхор Дмитро	60%	✗	✓	✓	✗	✓

Рисунок 2.6 – Приклад результату тестування

Аналізуючи можливості, структуру та додатки платформи Classtime, зробили наступні висновки: розглянуту платформу можна використовувати під час попереднього, поточного та періодичного видів контролю. Варто відмітити, що викладач має можливість задавати домашнє завдання у вигляді електронного тестування, поширивши код відповідної сесії серед студентів. Отримавши доступ до тренувальних завдань, кожен студент вибирає свій темп розв'язування завдань і час для того, щоб повністю опанувати матеріал.

Використання вище перерахованих засобів дозволяє створити базу

методичних та навчальних ресурсів для організації дистанційного навчання фізики. Проте ефективне дистанційне навчання можливе тільки при його чіткому плануванні, комбінованому використанні програмних середовищ та технічних засобів, тому актуальною залишається проблема організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті.

Порівняльний аналіз програмних забезпечень показав, що існує ряд різноманітних сервісів для відеоконференцій (Zoom, Google Meet, Teams тощо), для тестування (Classtime, Kahoot! тощо), для швидкої взаємодії (Viber, Telegram тощо), віртуальні дошки (Jamboard, Microsoft Whiteboard, IDroo тощо). Наш досвід показав, що Google Meet, Classtime, Telegram, IDroo та Google Classroom у поєднанні створюють найбільш оптимальне комунікативне середовище для взаємодії зі студентами під час дистанційного навчання фізики. Було обрано програму Google Meet, бо вона являється безоплатною, не потребує додаткової реєстрації, дозволяє проводити конференцію, не обмежуючи час. На відміну від інших розглянутих дошок, віртуальна дошка IDroo виділилася зручністю у використанні, необмеженим місцем для записів, наявністю бібліотеки математичних символів, що спрощують процес запису і краще демонструють вигляд фізичних законів. Таким чином використання дошки IDroo виключає непорозуміння під час навчального процесу та полегшує його.

## **2.3 Методичне забезпечення для підтримки дистанційного навчання фізики**

Сучасна освіта передбачає використання електронних навчальних матеріалів, таких як електронні підручники, довідники і посібники, тренувальні вправи, відеоматеріали тощо. Для організації дистанційного навчання фізики в



технічному університеті було використано платформу для онлайн-навчання [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua) [51], що вміщає в собі всі необхідні матеріали для вивчення курсу загальної фізики. Платформа була розроблена викладачами кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла КПІ ім. І. Сікорського у рамках проекту «Фізика – філософія життя». Авторами проекту є С.О. Подласов, В.П. Бригінець та О.В. Матвійчук. Сьогодні на електронному ресурсі [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua) [51] розміщено теоретичні матеріали до розділів фізики: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика і магнетизм, коливання і хвилі, елементи оптики, елементи квантової фізики, а також презентації до лабораторних робіт та перелік якісних завдань з механіки, електрики та магнетизму.

У залежності від мети навчання методичні матеріали (Рисунок 2.7) було згруповано в курси та класифіковано на:

- курси підготовки абітурієнтів до вступу в технічні університети - «Підготовка до ЗНО з фізики», «Математика для підготовки до ЗНО», «Завдання ЗНО з фізики 2008 - 2019 років»;
- курси для студентів, що здобувають ступінь бакалавра – «Лекційні матеріали з курсу Загальної фізики», «Лабораторні роботи з курсу фізики», «Тести з курсу загальної фізики», «Розв'язування задач з курсу фізики»;
- курси для іноземних студентів – «Розв'язування задач з курсу фізики», тощо.

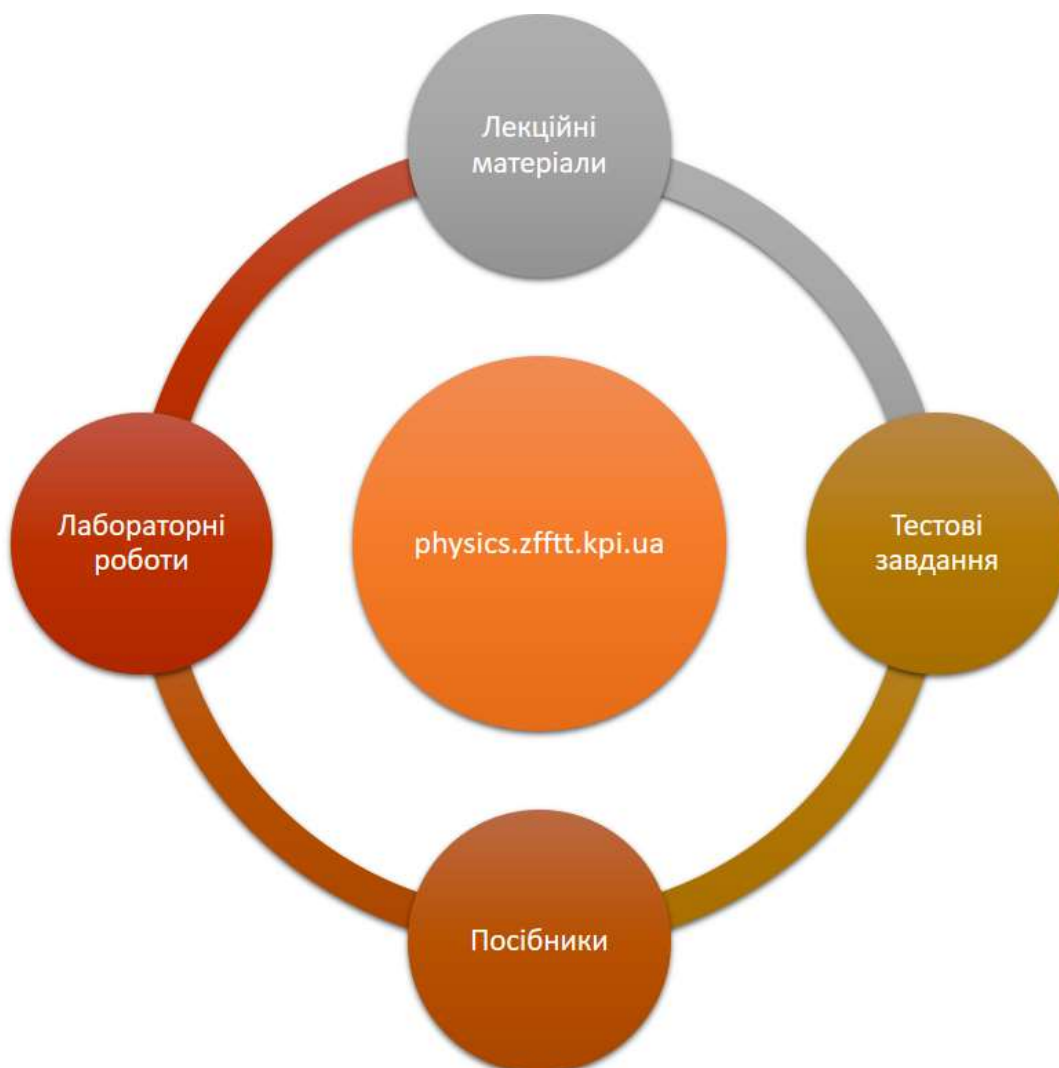


Рисунок 2.7 – Методичні матеріали, що розміщені на [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua)

Усі навчальні матеріали (Рисунок 2.8), необхідні для вивчення загального курсу з фізики, розташовані на платформі [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua) [51]. Під час вивчення електрики і магнетизму студенти ТЕФ використовували розділи: «Протоколи лабораторних робіт з фізики», «Фізика для бакалаврів. Електрика і магнетизм», «Якісні завдання. Електрика і магнетизм». Саме ці матеріали стали інструментом для реалізації асинхронної взаємодії під час дистанційного вивчення фізики.



Рисунок 2.8 – Навчальні матеріали з курсу «Фізика - 2. Електрика та магнетизм» у Moodle

Оскільки більшість студентів володіють поганим абстрактним мисленням, що спричиняє низький рівень розуміння теми, розроблено дидактичні матеріали (додаток Б) до розділу «Електромагнетизм» в електронному форматі, враховуючи вище згадані особливості впливу кольору на психічний стан людини. Одним з основних законів електромагнетизму, що описує зв'язок між потоком вектора електричної напруженості через замкнену поверхню і сумарним зарядом в об'ємі, оточеного цією поверхнею, являється теорема Гауса. Навчальні матеріали по цій темі включають велику кількість рисунків, які дозволяють краще засвоїти інформацію.

На рисунку 2.9 представлено приклад застосування «кольорового клімату» під час демонстрації презентації на лекційному занятті з фізики: визначення теореми Гауса на червоному фоні, оскільки він викликає надмірну активність і стимулює мозок, основні словосполучення виділено жовтим кольором – посилює концентрацію уважності. Разом стимулюють нервову систему людини проявляти енергію. Енергію бірюзового і жовтого кольору використано для запам'ятовування формули шляхом розумового зусилля.

## Теорема Гауса

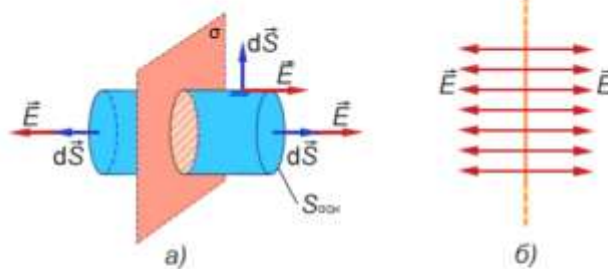
**Теорема Гауса – потік напруженості електричного поля у вакуумі крізь довільну замкнену поверхню дорівнює сумарному зарядові що знаходиться всередині цієї поверхні, діленому на  $\epsilon_0$ .**

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_k q_k$$

Рисунок 2.9 — Вивчення Теорема Гауса

Для демонстрації електричного поля однорідно зарядженої площини (Рисунок 2.10) було використано два рисунки й дві формули (у векторному вигляді та врахувавши проєкції). Останні дві жовтого кольору на бірюзовому фоні по аналогії до попередніх пояснень.

## Поле однорідно зарядженої площини



$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \vec{n}$$

$$E_n = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Рисунок 2.10 — Зображення і визначення електричного поля однорідно зарядженої площини

На рисунку 2.10 кольори циліндра і зарядженої поверхні використовуємо з врахуванням усіх особливостей сприйняття кольору: тьмяні кольори; кожна складова має свій колір; голубий (нейтральний) колір використаний для частини з найбільшою площею поверхні, а найменші частини об'єкта виділені яскравими кольорами, що дозволяє привернути увагу, одночасно не запобігаючи сприйняттю сусідніх деталей; розрізи зафарбовані в той же колір що і деталь. Замкнена поверхня  $d\vec{S}$ , яка являється частиною, зафарбовується в той же колір що й об'єкт. Основний елемент, вектор напруженості електричного поля  $\vec{E}$  представлено яскравим кольором – червоним.

Навчальні матеріали представлені на [physics.zffft.kpi.ua](http://physics.zffft.kpi.ua) [51] дають змогу ефективно організувати практичні заняття фізики під час дистанційного навчання: збірник задач, розроблений С.О. Подласовим [52], та посібник по розв'язуванню задач. Щоб полегшити самостійну роботу студента та вивчення фізики загалом, як доповнення до збірника задач було розроблено документ з формулами до кожної із тем, а також мультимедійні матеріали, де представлено розв'язування узагальнюючих задач. На рисунку 2.11 представлено фрагмент із документа з формулами.

## 1. Електростатика

### 1.1 Постійне електричне поле у вакуумі

- Напруженість і потенціал поля точкового заряду  $q$ :

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} r, \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}.$$

- Зв'язок між напруженістю поля і потенціалом:

$$E_l = -\frac{\partial\varphi}{\partial l}, \quad E = -\nabla\varphi.$$

- Теорема Гауса і циркуляція вектора  $E$ :

$$\oint E dS = \frac{q}{\epsilon_0}, \quad \oint E dr = 0.$$

- Потенціал і напруженість поля точкового диполя з електричним моментом  $p$ :

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{pr}{r^3}, \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2(\theta)}$$

Де  $\theta$  – кут між векторами  $r$  і  $p$ .

- Енергія  $W$  диполя  $p$  у зовнішньому електричному полі і момент сил  $N$ , що діють на диполь:

$$W = -pE$$

$$N = [pE]$$

- Сила  $F$ , що діє на диполь і її проекція  $F_x$ :

$$F = p \frac{\partial E}{\partial l}, \quad F_x = p \nabla E_x$$

Де  $\frac{\partial E}{\partial l}$  – похідна вектора  $E$  за напрямком диполя.

Рисунок 2.11 – Формули до збірника задач зі загальної фізики

Було розроблено відеоматеріали у яких представлені приклади розв'язування узагальнених задач з фізики для самостійного опрацювання. Відеоролик являє собою запис пояснення розв'язання задачі з використанням програми для відеоконференцій Zoom та вбудованої віртуальної дошки Whiteboard. Варто зазначити, що виконання записів здійснюється різними кольорами з врахуванням психології сприйняття кольору для полегшення вивчення фізики. Файли вже розміщені на [physics.zfftt.kpi.ua](http://physics.zfftt.kpi.ua) [51].

Будь-який викладач може створити схожі матеріали володіючи планшетом і стилусом або комп'ютером і графічним планшетом. Також для цього знадобляться авторизація у Zoom та навички роботи з цією програмою. Отже,

представимо інструкцію по створенню відеозапису розв’язання фізичної задачі в Zoom:

1. Вибрати задачу, оформити її умову як заставку для відео.
2. Запустити відеоконференцію у Zoom.
3. Відкрити вбудовану віртуальну дошку Whiteboard.
4. Почати запис екрану.
5. Пояснити і розв’язати задачу, виконавши записи на дошці.
6. Зупинити запис екрану.
7. Завантажити відео на пристрій.

Розглянемо задачу з теми «Магнітне поле постійного струму».

**Задача:** Визначити магнітну індукцію  $B$  поля, що створюється відрізком нескінченно довгого прямого дроту (Рисунок 2.12), в точці, що рівно віддалена від кінців відрізка і знаходиться на відстані  $r_0=20$  см від його середини. Сила струму  $I$ , що тече по дроту, дорівнює 30 А, довжина  $l$  відрізка дорівнює 60 см [53].

**Розв’язання:** Для визначення магнітної індукції поля, що створюється відрізком дроту, скористаємося законом Біо - Савара-Лапласа:

$$dB = \frac{\mu_0 I \sin \alpha}{4\pi r^2} dl. \quad (1)$$

Перш ніж інтегрувати вираз (1), перетворимо його так, щоб можна було інтегрувати по куту  $\alpha$ . Виразимо довжину елемента  $dl$  провідника через  $d\alpha$ . Згідно рисунку 2.12, запишемо

$$dl = \frac{r d\alpha}{\sin \alpha}.$$

Підставами цей вираз  $dl$  в формулу (1):

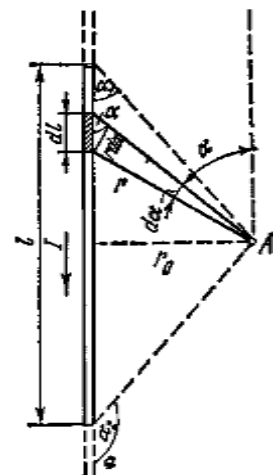


Рисунок 2.12

$$dB = \frac{\mu_0 I \sin \alpha \cdot r d\alpha}{4\pi r^3 \sin \alpha} = \frac{\mu_0 I d\alpha}{4\pi r}.$$

Але  $r$  - величина змінна, що залежить від  $\alpha$  і дорівнює  $r = \frac{r_0}{\sin \alpha}$ . Підставивши  $r$  в

попередню формулу, знайдемо

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \sin \alpha d\alpha. \quad (2)$$

Щоб визначити магнітну індукцію поля, що створюється відрізком провідника, проінтегруємо вираз (2) в межах від  $\alpha_1$  до  $\alpha_2$ :

$$B = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \sin \alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha d\alpha, \text{ или } B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2).$$

Зауважимо, що при симетричному розташуванні точки А відносно відрізка дроту  $\cos \alpha_2 = -\cos \alpha_1$ . З урахуванням цього формула (3) набуде вигляду

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_0} \cos \alpha_1.$$

Із рисунку 2.12 слідує

$$\cos \alpha_1 = \frac{l/2}{\sqrt{l^2/4 + r_0^2}} = \frac{l}{\sqrt{4r_0^2 + l^2}}.$$

Підставивши вираз  $\cos \alpha_1$  в формулу (4), отримаємо

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_0} \frac{l}{\sqrt{4r_0^2 + l^2}}.$$

Підставимо числові значення в формулу (5) і зробимо обчислення:



$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 30}{2 \cdot \pi \cdot 0,2} \frac{0,6}{\sqrt{4 \cdot (0,2)^2 + (0,6)^2}} Tл = 2,49 \cdot 10^{-5} Tл = 24,9 \text{ мкТл.}$$

На рисунку 2.13 представлений фрагмент відео розв'язання задачі визначення магнітного поля навколо відрізка прямого проводу, у якому протікає струм. Для вирішення даної задачі використовують закон Біо-Савара-Лапласа, що дозволяє розрахувати магнітну індукцію  $dB$ , яке створює елемент струму  $Idl$ . Оскільки підінтегральний вираз містить дві змінні виділимо їх яскравими кольорами: кут  $\theta$  - зеленим кольором, а відрізок проводу  $dl$  – жовтим.

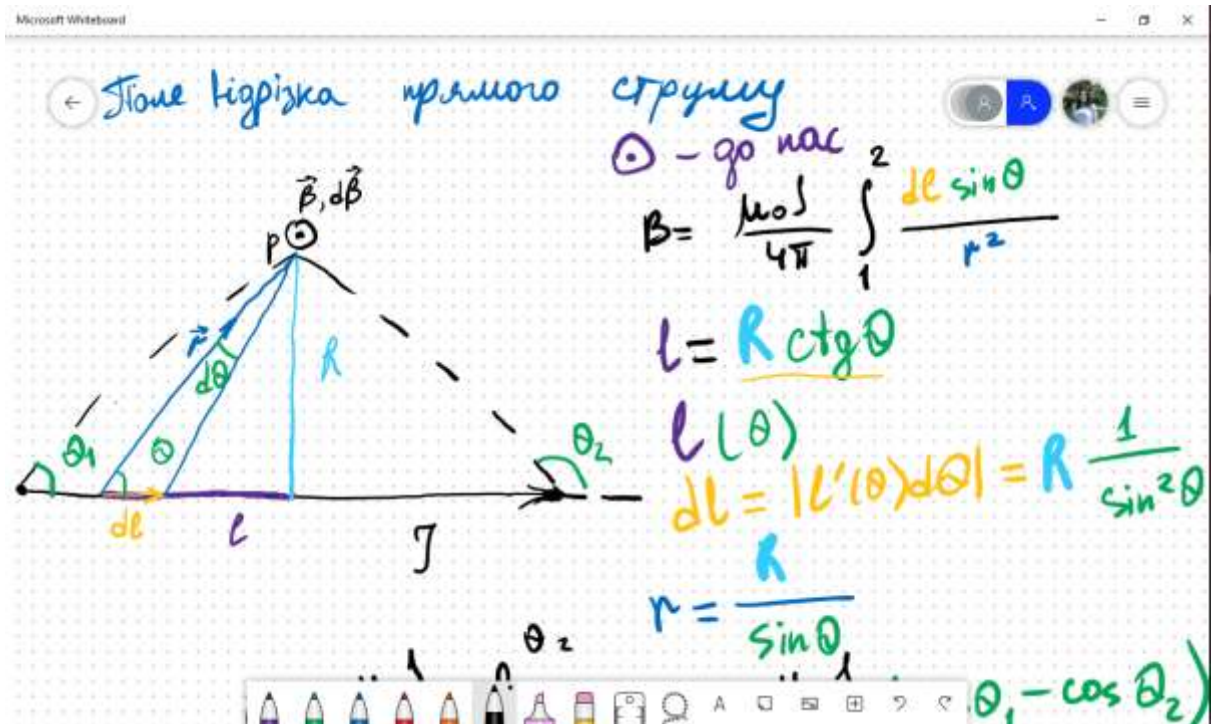


Рисунок 2.13 - Фрагмент із відеоприкладу розв'язування задачі

На рисунку 2.14 представлено фрагмент відео розв'язування задачі на тему «Електричний струм в колі». За умовою задачі необхідно розрахувати розгалужене коло. Основою розв'язування задач на цю тему є використання правил Кірхгофа. Електрична схема представлена звичним чорним кольором, напрям руху струму в колі червоним кольором, а також різними кольорами зафарбовано обрані контури. Відповідно до вибору кольорів попередніх елементів представлено рівняння, що їх описують: перше правило Кірхгофа –

червоним кольором, друге правило Кірхгофа для кожного кольору записано тим кольором, який відповідає забарвленню описаного контуру. Основні результати необхідні для відповіді виділені рамкою.

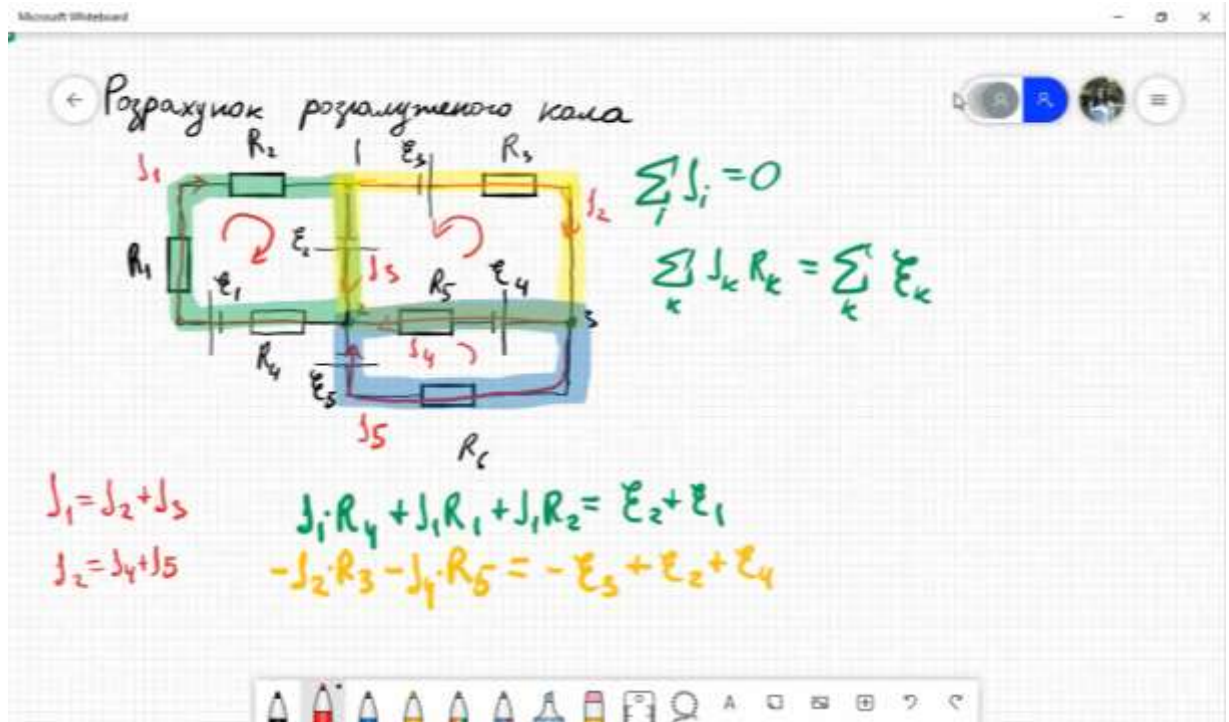


Рисунок 2.14 – Фрагмент із відеоприкладу розв’язування задачі

На рисунку 2.15 продемонстровано фрагмент відео розв’язання задачі на тему «Електричне поле в речовині», з використанням теореми Гауса. За умовою задачі необхідно розрахувати поле однорідно зарядженої циліндричної поверхні. Розв’язання такого типу задач вимагає побудову рисунку на якому показані гаусові поверхні. У розв’язанні задачі показано даний циліндр червоним кольором, гаусову поверхню всередині циліндра – синім кольором, ззовні – зеленим. Розрахунки для знаходження модуля напруженості електричного поля певної поверхні виконані тим кольором, що відповідає її забарвленню: для коаксіального циліндра – синім кольором, для зовнішнього – зеленим. При цьому усі фізичні величини, які стосуються певної поверхні також замальовані відповідним кольором.

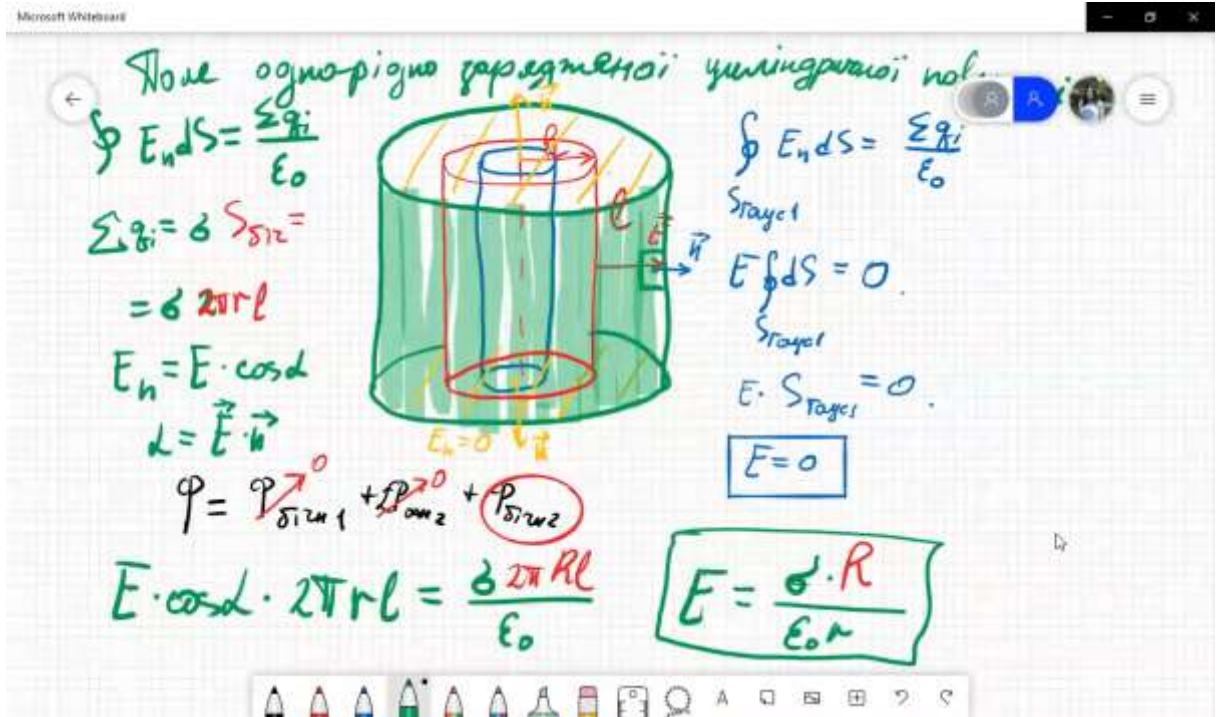


Рисунок 2.15 – Фрагмент із відеоприкладу розв’язування задачі

Переглядаючи ці відеоінструкції студент має змогу в зручному темпі засвоїти алгоритм розв’язування узагальнених задач з фізики, легко повторити поновити вивчений матеріал та підготуватись до контролю знань. Практичний досвід показав, що завдяки використанню психології кольору студенти легко відтворюють і застосовують отримані навички при самостійному виконанні завдань.

## 2.4 Методичні рекомендації щодо проведення дистанційних занять з фізики

Під час вивчення фізики передбачені лекційні, практичні заняття, а також лабораторний практикум. На рисунку 2.16 представлено етапи організації лекції і практичного заняття по розв’язуванні задач.

## Загальний вигляд організації інтерактивного лекційного/практичного заняття з фізики



Рисунок 2.16 – Етапи організації заняття з фізики в умовах дистанційного навчання

Організація заняття складалась з трьох етапів: підготовчого, основного заклучного. Підготовчий етап вмiщав створення викладачем посилання на відеоконференцію у Google Meet, розміщення запрошуваного посилання у Telegram бесіді, створення завдання у Google Classroom для звітування студентами про їх роботу на занятті, а також підготувати презентацію і віртуальну дошку в IDroo для подальшого використання.

Наступний етап полягає у проведенні викладачем відеоконференції. Для цього усім учасникам навчального процесу потрібно перейти за запрошуваним посиланням, яке надіслав викладач, і налаштувати всі необхідні функції зв'язку. У разі лекційного і практичного заняття обов'язково використовувалась віртуальна дошка IDroo для демонстрації виведення фізичних законів та розв'язування задач. Варто зазначити, що робити записи на дошці може не тільки викладач, а й студенти. Це дозволяє імітувати вже звичне розв'язування задач на дошці в аудиторії і додає інтерактивності в навчальний процес.

Заключний етап передбачає звітування студентами про виконану роботу у Google Classroom, з можливістю прикріплення матеріалів до зазначеного

терміну. Звіт подавався у вигляді фото конспекту до прослуханого лекційного заняття, розв'язаних задач, запропонованих викладачем на практичному занятті протягом 10-15 хвилин після закінчення заняття. Задавши термін виконання, викладач розподіляв бали в залежності від того чи вчасно студент здав роботу. Таким чином студенти підтверджували свою активну присутність на занятті й отримували оцінку за роботу. Для моніторингу виконання студентами домашньої роботи було створено завдання у Google Classroom, з можливістю прикріплення матеріалів до зазначеного терміну.

Для ефективної організації дистанційного навчання були розроблені методичні рекомендації застосування технічних засобів і програмних середовищ при вивченні фізики на відстані. Основна ідея полягає в тому, щоб:

- продемонструвати яким чином викладачу реалізувати ефективну взаємодію зі студентами під час дистанційного навчання фізики;
- побудувати роботу студентів, використовуючи наявні методичні матеріали в електронному вигляді.

#### **2.4.1 Методичні рекомендації щодо проведення лекційного заняття з фізики**

Наведемо приклад організації лекційного заняття у синхронному режимі (Рисунок 2.17). Вимоги до обладнання інтерактивного заняття: базовий набір технічних засобів, підключених до Інтернету, з встановленим додатком Google Meet; авторизація у Google Classroom; презентація.



### Схема проведення лекційного заняття з фізики

**Вимоги до обладнання:** базовий набір технічних засобів, підключених до Інтернету, з встановленим додатком Google Meet; авторизація у Google Classroom; презентація.

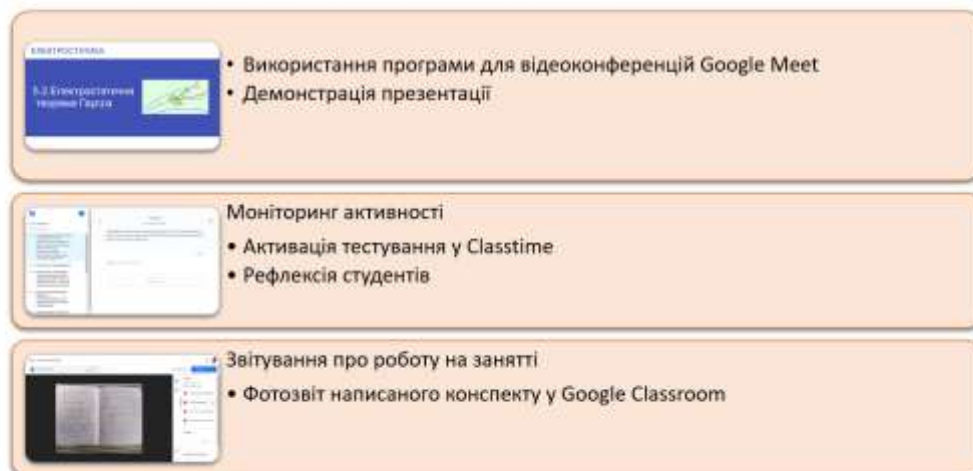


Рисунок 2.17 – Покрокова інструкція проведення лекційного заняття

На рисунку 2.18 представлено застосування Google Classroom для створення завдань. Викладачу необхідно створювати завдання для звіту у день заняття, який також буде збігатися з терміном здачі. Це дозволить уникнути пізніх здач боржниками й оцінити роботу студентів на конкретному занятті. Рекомендовано у назві завдання вказувати детальну інформацію про завдання, а також дату для подальшої зручної перевірки зданих робіт.

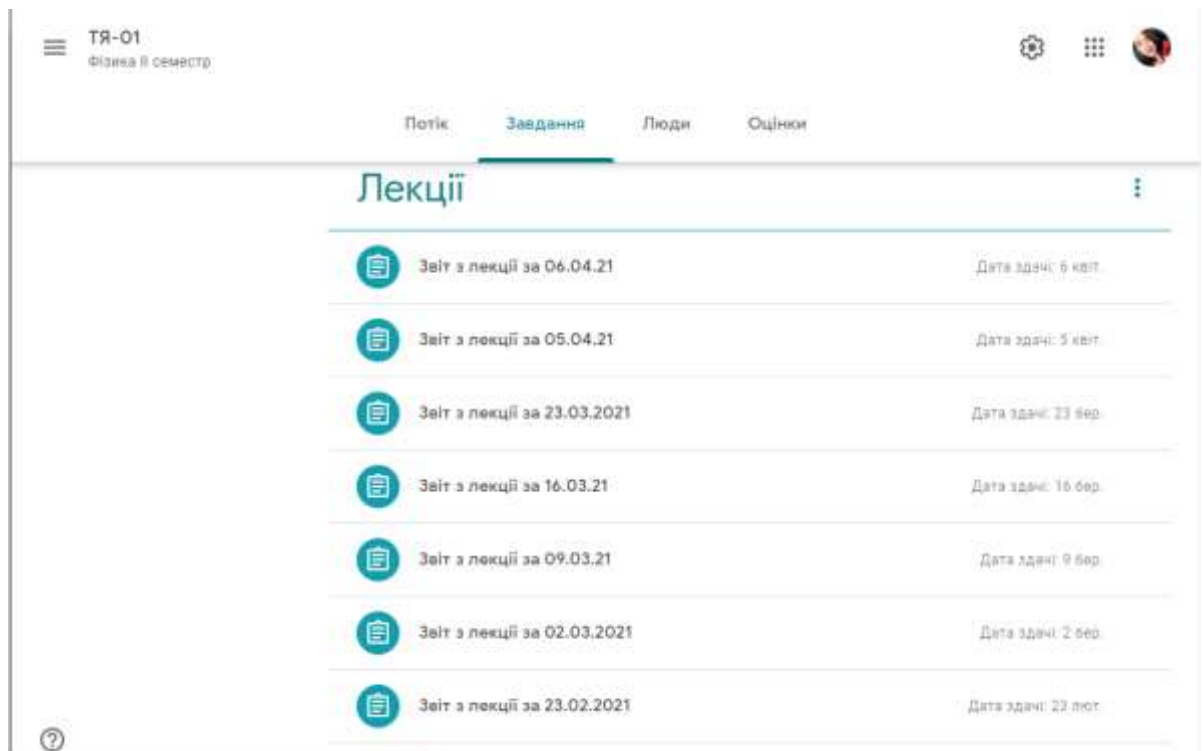


Рисунок 2.18 – Завдання для звітування на лекційних заняттях у Google Classroom

За дві хвилини до початку заняття потрібно розпочати конференцію у Google Meet та відкрити тестування у Classtime, надіслати посилання на них студентам у Telegram. Коли всі студенти приєднались, необхідно перевірити якість налаштованого зв'язку. Рекомендовано під час спільного перегляду презентації використовувати тільки аудіозв'язок, щоб не перенавантажувати мережу. У разі позитивних відгуків щодо якості зв'язку розпочати заняття: відмітити присутніх студентів, оголосити план роботи, тему заняття та запустити демонстрацію екрану, після чого уточнити чи студентам видно екран. Якщо виникли технічні неполадки, вимкнути і повторно запустити демонстрацію екрану. Після чого студенти зможуть перейти до вивчення нового матеріалу, який представлений у презентації. Варто зазначити, що така взаємодія передбачає сприйняття інформації через зоровий і слуховий канал, а також застосувати особливості впливу кольору на сприйняття студентами інформації у режимі реального часу.

Запропоновано підсумувати вивчене на занятті та спостерігати за

активністю на занятті за допомогою усного опитування студентів у форматі бліцопитування або тестування. Це дозволить активувати увагу і роботу студента під час заняття фізики. Кожен із цих двох способів має свої переваги й недоліки. Під час бліцопитування викладач може спостерігати за швидкістю відповіді та реакцією студента, ставити додаткові питання для якіснішого оцінювання студента. Недоліком цього способу є нестача часу для опитування усіх студентів. Своєю чергою тестування дозволить побачити загальну статистику слухачів для подальшого планування заняття. Таким чином легко зрозуміти, яка кількість студентів уважно слухала нову тему.

При виборі бліцопитування наприкінці заняття викладачу рекомендовано попросити студентів увімкнути відеозв'язок для ефективнішого оцінювання студентів.

Для організації моніторингу сприйняття прослуханої лекції з фізики студентами було обрано тестування на платформі Classtime. Завдання складали 3-4 питання комбінованого формату, щоб уникнути вгадування. Для активізації уваги студентів протягом усього заняття тестування включало питання з інформацією, яка була озвучено напочатку, всередині та кінці заняття.

Приклади тестів представлено в додатку В. Після завершення викладу основного матеріалу викладач повідомляв студентам, що лекція завершена та скільки часу в них є для виконання тесту, активував питання у Classtime і в режимі реального часу (Рисунок 2.19) спостерігав за відповідями, які дають студенти.



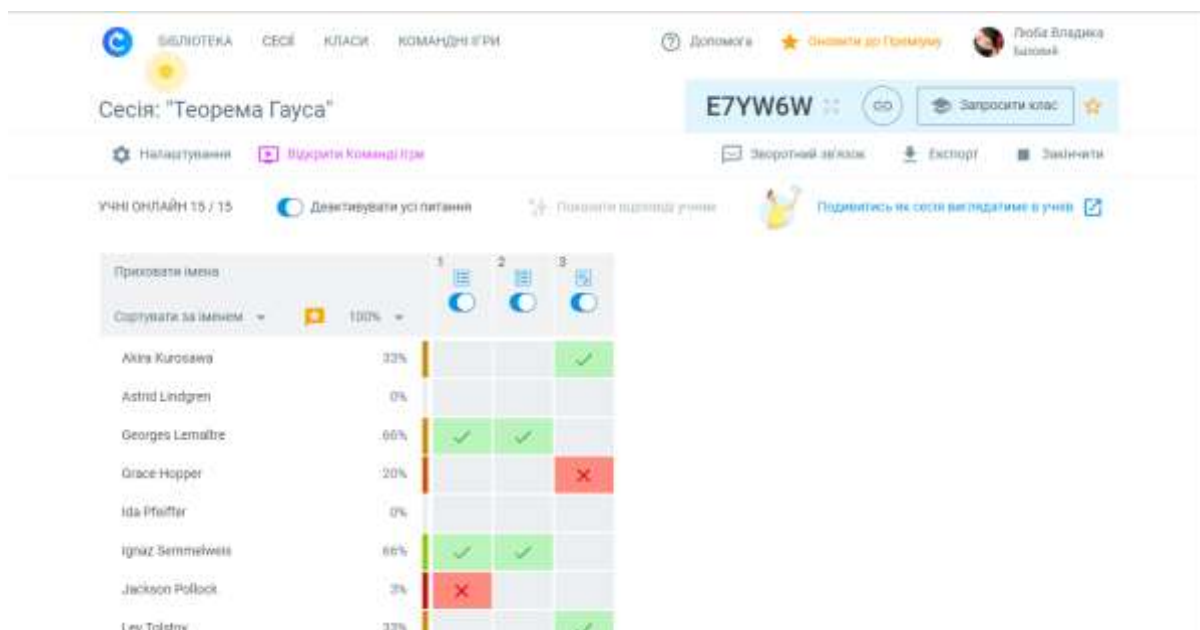


Рисунок 2.19 – Інтерфейс Classtime у момент проведення тестування

Після заняття і завершення тестування студенти прикріплюють фото свого конспекту до завдання, з відповідною датою проведення заняття, в Classroom. Приклад такого звіту зображено на рисунку 2.20.

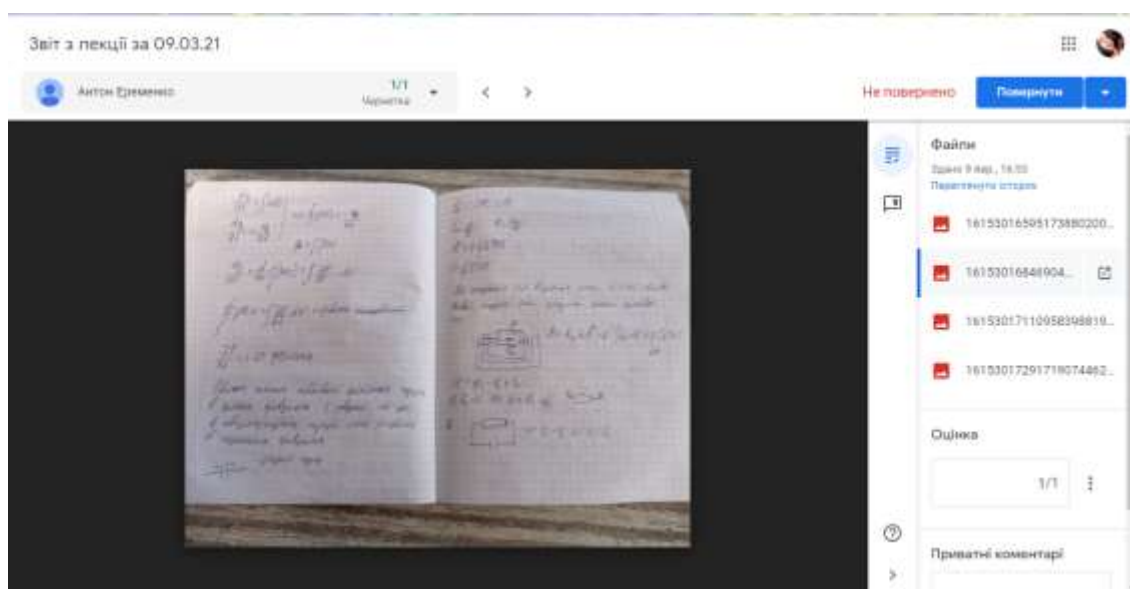


Рисунок 2.20 – Фотозвіт конспекту лекції

Отже, для досягнення цілей навчального процесу лекційне заняття проводили в синхронному режимі,увели звітування студентів після завершення заняття, а для активізації їхньої уваги проводили тестування, яке включало 3

питання з інформацією, яка була озвучено на початку, всередині та кінці заняття.

## 2.4.2 Методичні рекомендації щодо проведення практичного заняття з фізики

Практичне заняття проходить аналогічно до лекційного, проте замість презентації використовується віртуальна дошка iDroo. На рисунку 2.21 представлено етапи проведення практичного заняття.

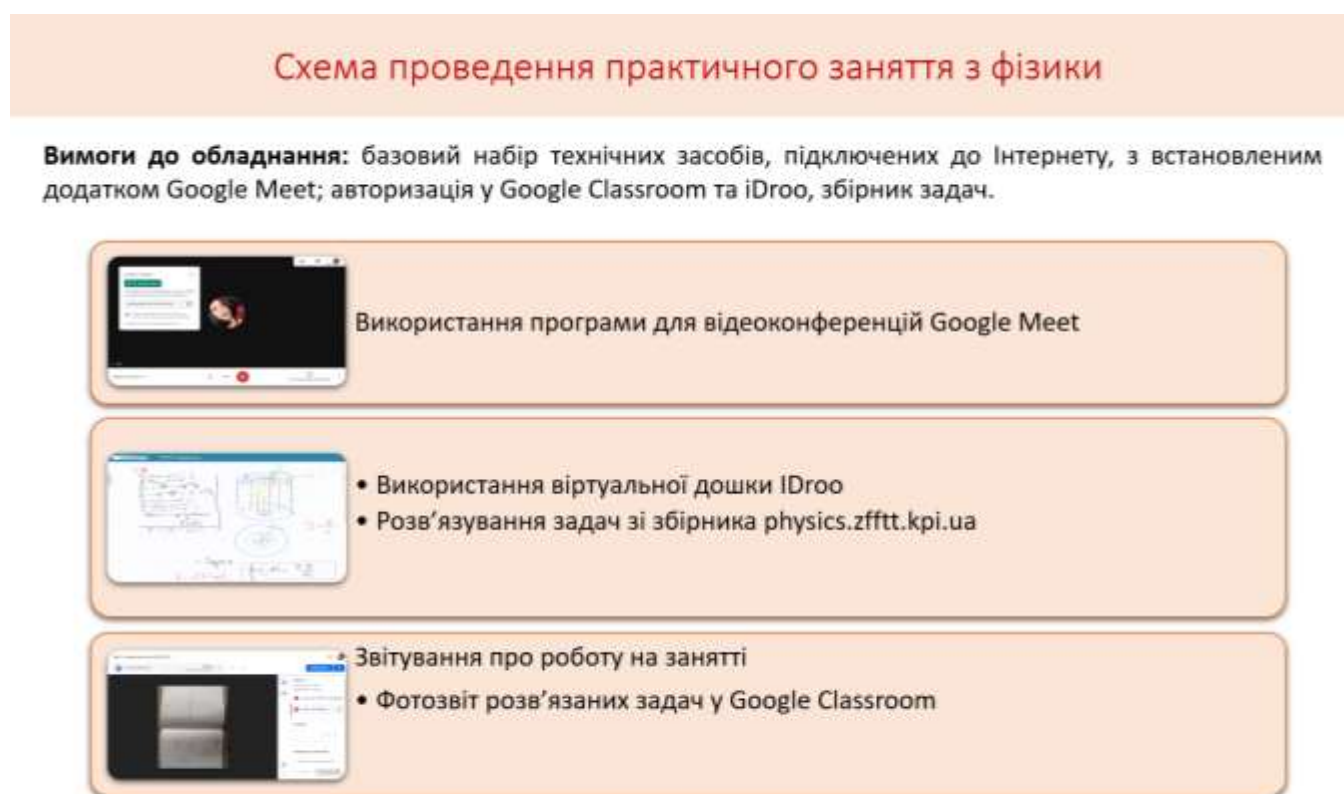


Рисунок 2.21 – Покрокова інструкція проведення практичного заняття

На рисунку 2.22 показані завдання, які викладач створив на етапі

підготовки до заняття. Варто зазначити, що для звітування про роботу на занятті і домашнє завдання краще створювати окремі завдання, у назві яких обов'язково вказувати день заняття якого це стосується. Для швидкого перегляду статистики зданих робіт можна просто натиснути на вибране завдання, як показано на рисунку 2.21.

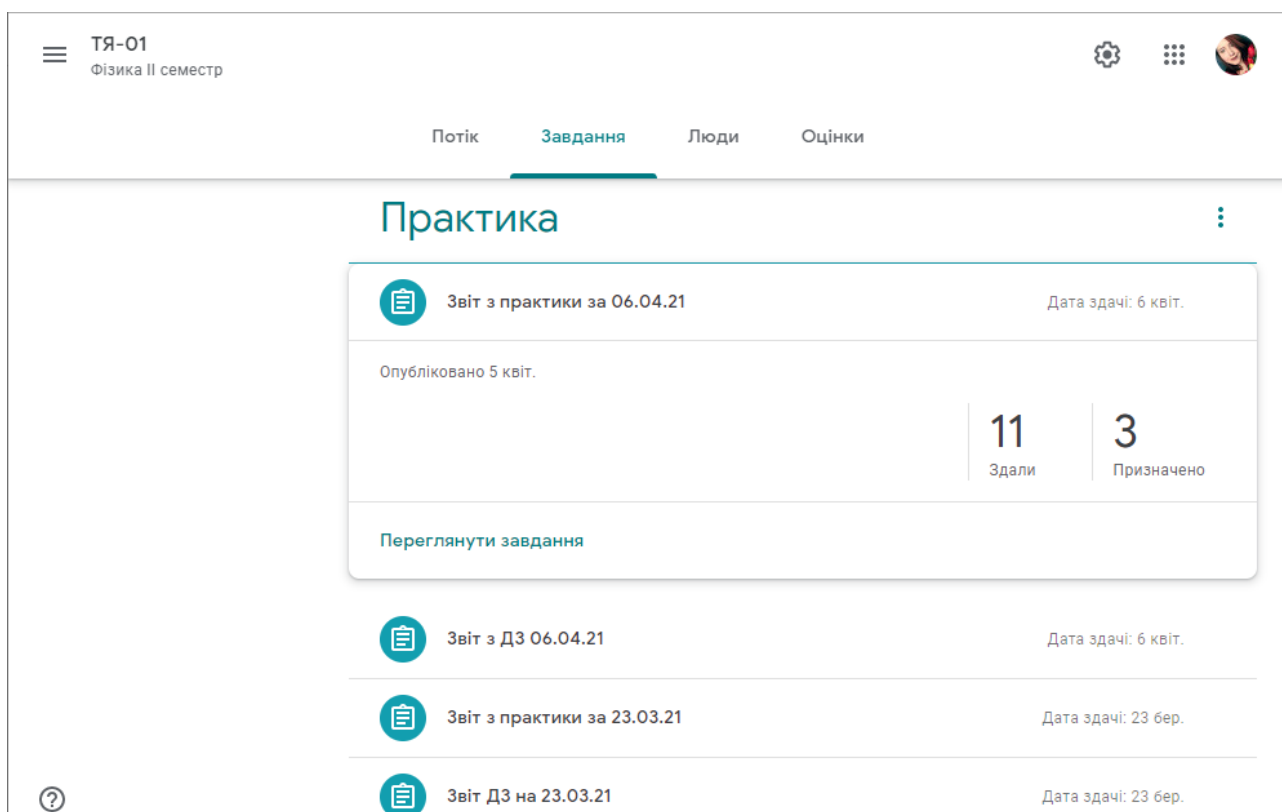


Рисунок 2.22 – Завдання для звітування на практичних заняттях у Google Classroom

Розпочавши відеоконференцію, викладачу необхідно зазначити присутність студентів. Після чого відкриває дошку, створену для відповідної групи, та демонструє екран. Спільний перегляд екрану необхідний для тих студентів, які не мають доступу до віртуальної дошки. Викладач оголошує номери задач, умови яких розташовані в збірнику задач на [physics.zffft.kpi.ua](http://physics.zffft.kpi.ua) [51], та вибирає студента, який буде розв'язувати задачу на віртуальній дошці в реальному часі (Рисунок 2.23).

**iDroo** ТЯ-01 практика

1. А)  $R_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$   
 $R_2 = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$   
 $\lambda_1 = 1 \frac{\text{нКл}}{\text{м}} = 1 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$   
 $\lambda_2 = -0,5 \frac{\text{нКл}}{\text{м}} = -0,5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$   
 $\pi_1 = 1 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$   
 $\pi_2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$   
 $\pi = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$   
 Обчислюємо  $\rightarrow$   $\rho$  електричний  
 $\downarrow$   
 $\epsilon = 2,6$   
 $E_1 = ?; E_2 = ?; E_3 = ?$

7. Логістика

$E_n = |E| \cdot \cos \alpha$   
 $\alpha = \sqrt{2} \frac{\pi}{4}$

$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$   
 $|D| = \epsilon \epsilon_0 |E| \rightarrow$   
 $|D| = \epsilon \epsilon_0 |E|$

$\lambda = \frac{q}{L}$

- + 35%

Рисунок 2.23 – Фрагмент віртуальної дошки iDroo під час розв’язування задач

Наприкінці заняття викладач оголошує домашнє завдання: номери задач зі збірника. Студенти прикріплюють фотозвіт виконаної роботи на занятті та домашньої роботи до завдання у Google Classroom.

Отже, для досягнення цілей навчального процесу практичне заняття проводили в синхронному режимі,увели звітування студентів після завершення заняття та використовувати віртуальну дошку як елемент інтерактивності під час заняття.

### **2.4.3 Методичні рекомендації щодо проведення лабораторного заняття з фізики**

Щоб виконати лабораторну роботу з фізики в дистанційному форматі, студентам необхідно:

1. Ознайомитись з її протоколом/презентацією: темою, метою, обладнанням, теоретичними даними та ходом роботи.
2. Письмово відповісти на контрольні запитання, надані в кінці протоколу роботи, та прикріпити фотозвіт у Google Classroom.
3. Пройти тест на основі опрацьованого матеріалу для перевірки готовності студента до виконання роботи. Прикріпити знімок екрану з результатом пройденого тесту у Google Classroom.
4. Відкрити симулятор необхідної лабораторної роботи й виконати її. Після чого зробити знімок екрану. Фото має містити інформацію про студента, під вікном симулятора, а також у правому верхньому куті, що дозволить підтвердити виконання лабораторної роботи конкретним студентом. Протокол зі знімком, розрахунками й висновками прикріпити у Google Classroom.
5. Під час захисту на відеоконференції пройти усне опитування, проаналізувати отримані результати та підсумувати результат роботи.
6. У разі зауваження до протоколу, прикріпити виправлений у Google Classroom.

На рисунку 2.24 представлено етапи проведення лабораторного заняття.

### Схема проведення лабораторного заняття з фізики

**Вимоги до обладнання:** базовий набір технічних засобів, підключених до Інтернету, з встановленим додатком Google Meet; авторизація у Google Classroom та на [physics.zfftt.kpi.ua](https://physics.zfftt.kpi.ua)

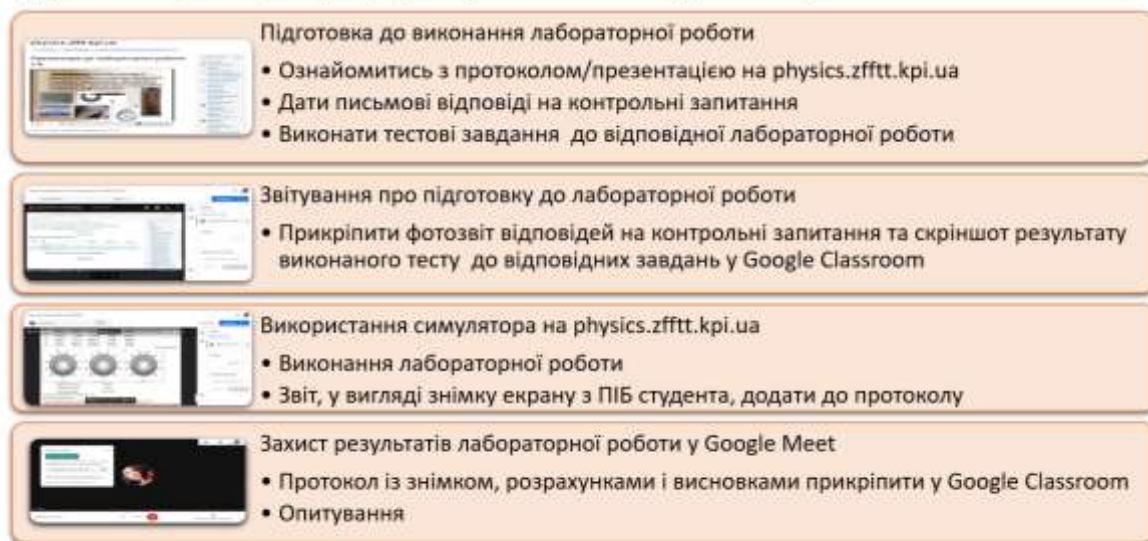


Рисунок 2.24 – Покрокова інструкція проведення лабораторного заняття

Свою чергою для проведення лабораторного заняття викладачу спочатку необхідно створити три завдання у Google Classroom (Рисунок 2.25) для прикріплення:

- результату виконаного тесту (Рисунок 2.26);
- відповідей на контрольні питання (Рисунок 2.27);
- протоколу лабораторної роботи (Рисунок 2.28).

Після чого організувати відеоконференцію для захисту студентами отриманих результатів та протоколів лабораторної роботи. Завершальний захист відбувався в усній формі. Викладач ставив питання, що стосуються теоретичної частини, обрахунків та обладнання для остаточного оцінювання студентів.



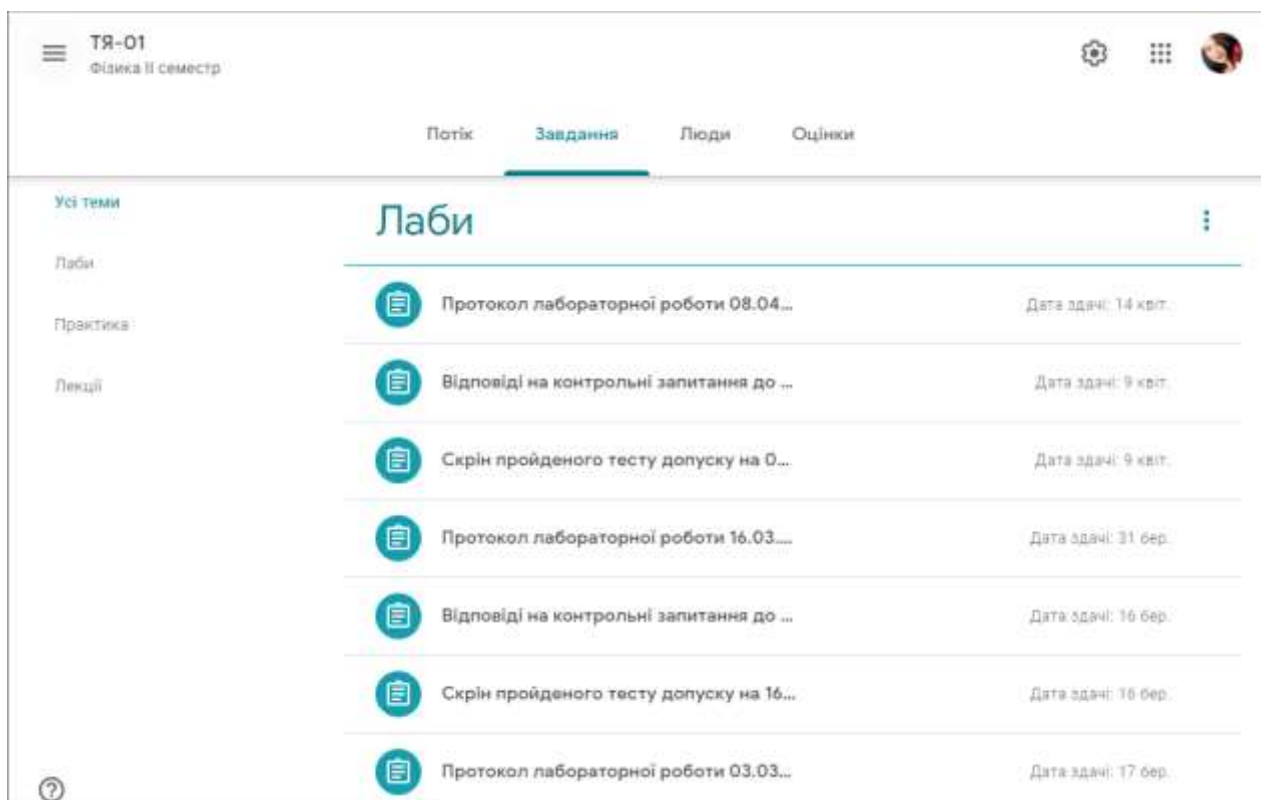
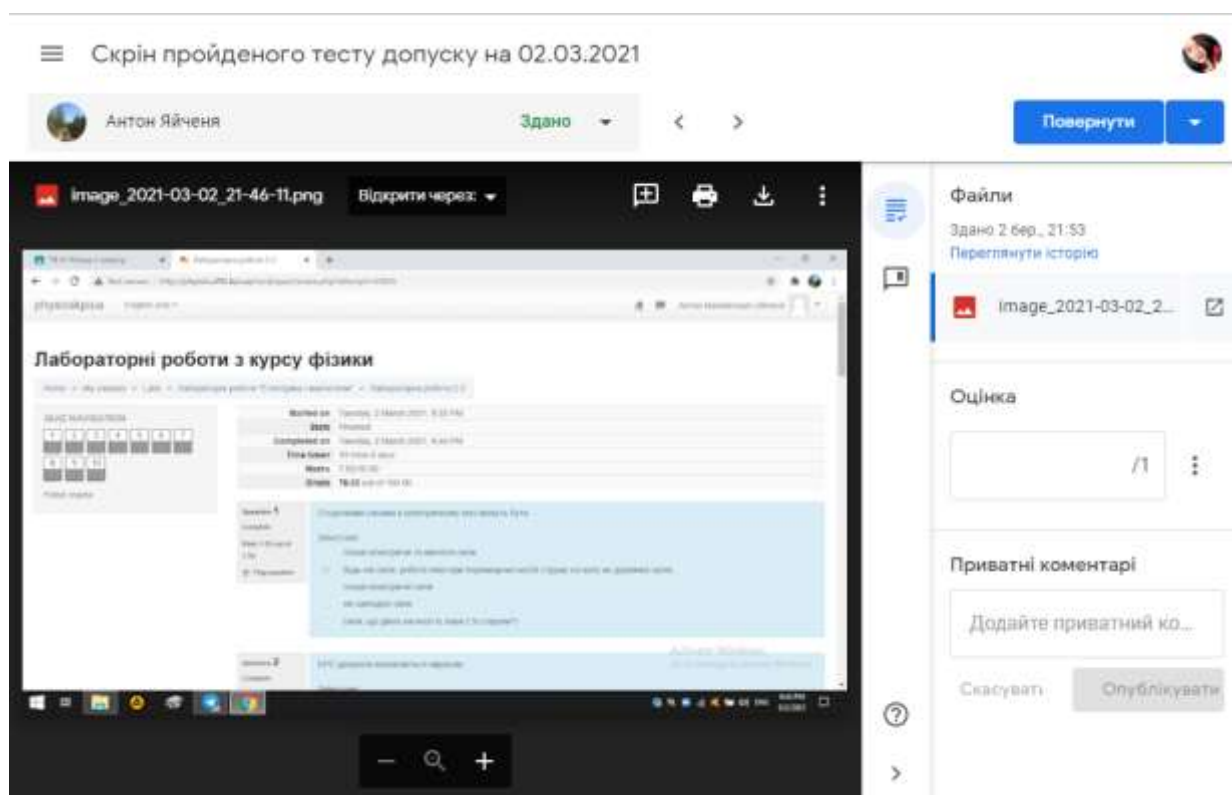


Рисунок 2.25 – Завдання для звітування про виконання лабораторної роботи



Відповіді на контрольні запитання до лаб. роботи 02.03.2021

Марина Демчук Здано < > Повернути

Файли  
Здано 2 бер., 13:41  
Переглянути історію  
CamScanner 03-02-2...

Оцінка  
/1

Приватні коментарі  
Додайте приватний ко...  
Скасувати Опублікувати

1) Що називається ЕРС джерела струму?  
ЕРС джерела струму – відношення роботи до величини заряду, тобто робота, яка виконана джерелом струму при русі заряду по замкнутій контурі. (Виникла шпир, з'явилися струмкові сили створюючи та підтримували різницю потенціалів і тисаємо – відношення їх роботи до значення розділених зарядів.

2) Яка роль струмкових сил в електродинамічній коіл?  
Струмкові сили необхідні для протікання струму в електродинамічній коіл.

3) Що являє собою модифікована функція електричного кола?  
Як з'ясувати закон Ома для цієї функції?

Рисунок 2.27 – Фотозвіт відповідей на контрольні запитання

Протокол лаб. роботи 17.02.2021

Антон Яйченя 100/100 Чернетка < > Не повернено Повернути

Яйченя А. 2-1.pdf 124.3 617.5 2170.9 Відкрити через 12650  
3 131.4 576 2150 3005 13543  
4 138.4 537.9 2051.5 2793 9310  
5 132.2 662.2 2120.9 4243 9743  
61.31004346

4 5 6 7 8 9 0  
3 2 1  
x10 x1 x0.1

Прізвище студента Яйченя  
Студентська група ТЯ-01  
Дата виконання 14.02.2021

Спр. плеча порівняння визначений в Ом  
 $R_2 = 4.7 \text{ кОм}$ ,  $R_3 = 56 \text{ кОм}$   
Спр. досліджуваних резисторів у Сторінка 6 з 6 зображення на 10 %  
Сфотографуйте (або зробіть скрін-шот) нижньої частини сторінки і прикріпіть її до звіту по роботі

Файли  
Здано 3 бер., 08:48  
Переглянути історію  
Яйченя А. 2-1.pdf

Оцінка  
100/100

Приватні коментарі  
Додайте приватний ко...  
Скасувати Опублікувати

Рисунок 2.28 – Протокол виконаної лабораторної роботи

Отже, в умовах дистанційного навчання синхронна взаємодія встановлюється під час відеоконференції з використанням віртуальної дошки та асинхронна взаємодія будується під час виконання домашніх завдань,



самостійної роботи та тестування студентів. На нашу думку, змішаний формат навчання підвищує синхронність взаємодії при організації взаємодії зі студентами. Для досягнення навчальних цілей під час виконання лабораторних робіт необхідно акцентувати увагу студентів на самостійній роботі, тобто ефективній підготовці до нього та усвідомленні необхідності вчасної здачі виконаних завдань.

## **2.5 Моніторинг навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики**

Надзвичайно важлива частина освітнього процесу моніторинг знань студентів. Залежно від поставленої мети у системі дистанційного навчання фізики використовують різні види контролю знань:

- **вхідний** – дозволяє оцінити рівень знань і готовність студентів до вивчення фізики; форми проведення – анкетування, тестування, співбесіда;
- **поточний** – використовується для оцінювання навчальних досягнень студентів після вивчення теми, за результати коригуються методика викладання; форми проведення – анкетування, співбесіда, тестування, виконання професійних завдань тощо;
- **підсумковий** – дозволяє оцінити результати навчання здобувачів освіти після вивчення теми чи модуля або в кінці семестру; форми проведення – анкетування, співбесіда, тестування, залік тощо.

Із врахуванням особливостей дистанційного навчання фізики було розроблено схему моніторингу навчальних досягнень студентів, що зображено на рисунку 2.29.

## Моніторинг навчальних досягнень

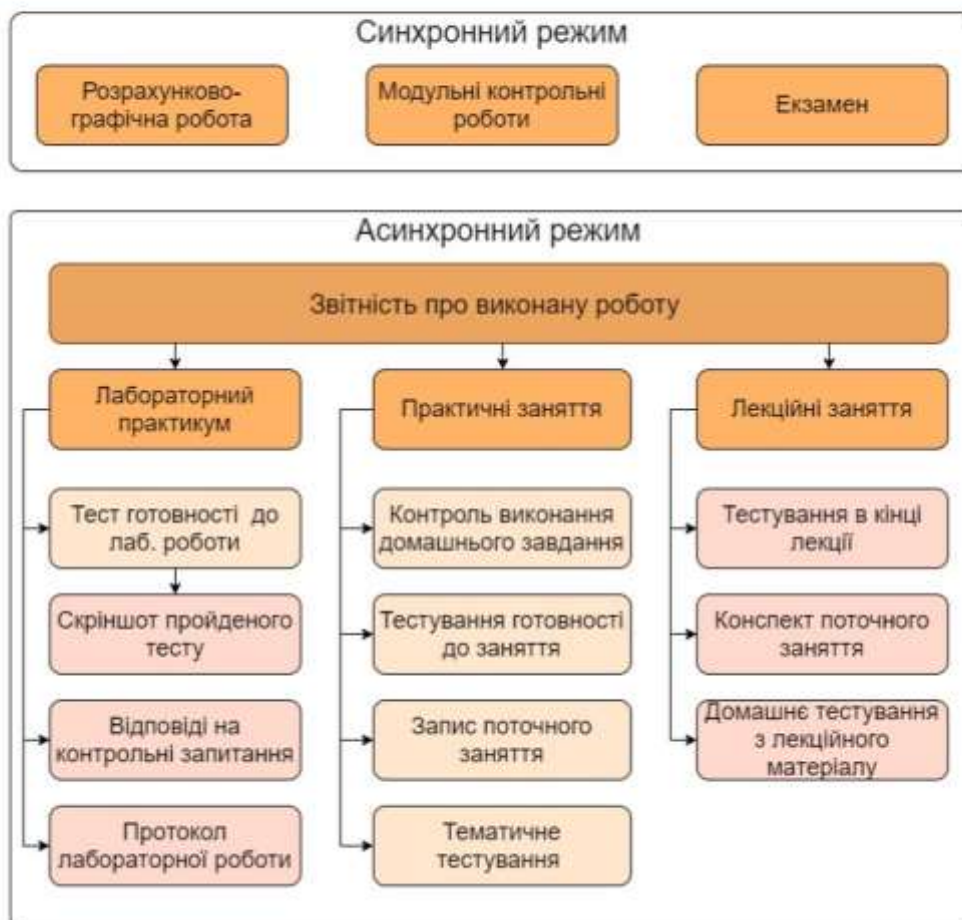


Рисунок 2.29 – Система моніторингу навчальних досягнень студентів в умовах дистанційного навчання фізики

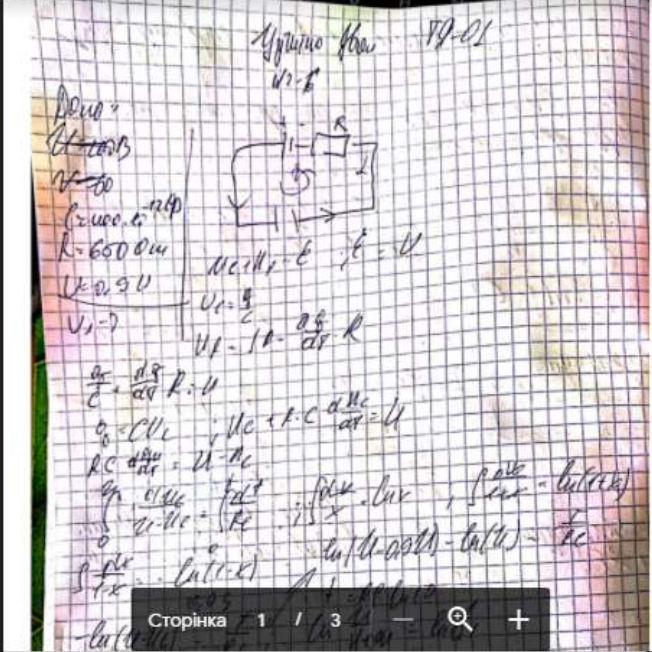
Оскільки дистанційний формат навчання не дозволяє безпосередньо спостерігати за роботою студентів під час всього заняття, введено звітування (Рисунок 2.30) після завершення лекції і практики. Головною умовою стало прикріплення фотоматеріалів протягом 10-15 хвилин.

Звіт з практики за 23.03.21

Іван Цукило 1/1 Чернетка

Не повернено Повернути

Цукило ... ка.pdf Відкрити через:



Файли

Здано 23 бер., 15:57  
Переглянути історію

Цукило Іван ТЯ-01 п...

Оцінка

1/1

Приватні коментарі

Додайте приватний ко...

Скасувати Опублікувати

Сторінка 1 / 3

Рисунок 2.30 – Фотозвіт з практики у Google Класі

Варто зазначити, що студенти могли отримувати нагадування про виконання завдань (Рисунок 2.31) у календарі на своєму смартфоні за умови використання на ньому навчальної пошти.

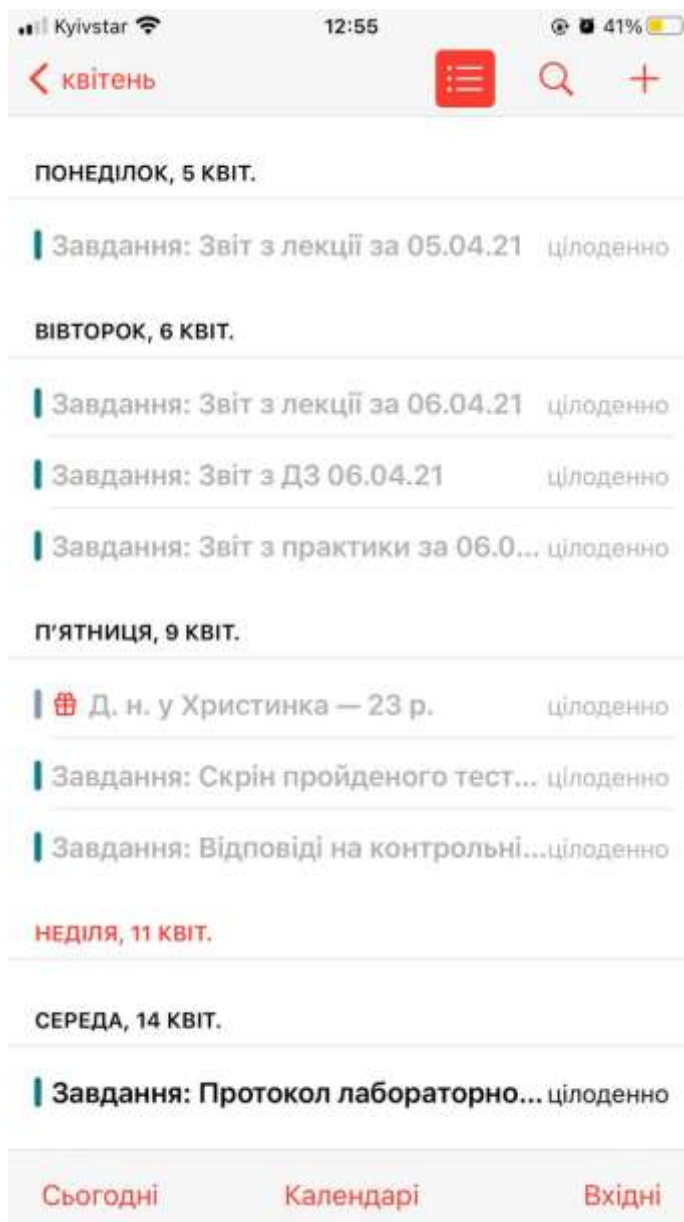


Рисунок 2.31 – Календар студента із нагадуваннями про виконання завдань

Для активізації уваги студентів на лекційному занятті використовувалось тестування або бліцопитування в кінці заняття. Таким чином викладач мав змогу оцінити рівень сприйняття студентами прослуханого матеріалу.

Варто зазначити, що формат бліцопитування вимагає використання не просто аудіозв'язку, а відеозв'язку. Для уникнення розсіювання уваги студента під час відеоконференції на сторонні чинники рекомендовано використовувати ефект тла, яке можна налаштувати майже в кожній програмі. Це дозволяє швидко і ефективно перевірити уважність і сприйняття інформації студентами,

врахувавши його психічний стан і впевненість під час відповіді.

Тестування як форма поточного контролю навчальних досягнень дистанційного навчання фізики передбачала тест у Classtime, що вміщав 3-4 завдання. Було використано питання з можливим вибором правильного варіанту відповіді, а також питання відкритої форми – введення відповіді, та комбінованої форми. Варто зазначити, що використання тесту комбінованої та відкритої форми змушувало викладача вручну перевіряти відповіді, відповідно й витратити додатковий час. Своєю чергою тест з питаннями закритої форми, з варіантами відповідей, перевірявся системою і дозволяв швидко оцінити студентів.

У додатку Б представлено приклади тестів з фізики, що використовувались у системі моніторингу навчальних досягнень.

Розв'язування фізичних задач у синхронному режимі на віртуальній дошці (Рисунок 2.32) дозволяє не тільки оцінити засвоєння студентами теоретичного матеріалу, а й усвідомлення сутності, уміння застосувати набуті знання у стандартних і нестандартних ситуаціях, активізувати пізнавальну діяльність. Оскільки практичне заняття проходить в онлайн форматі оцінювання студента відбувається не тільки спостерігаючи за розв'язанням задачі, а й задаючи уточнюючі питання.

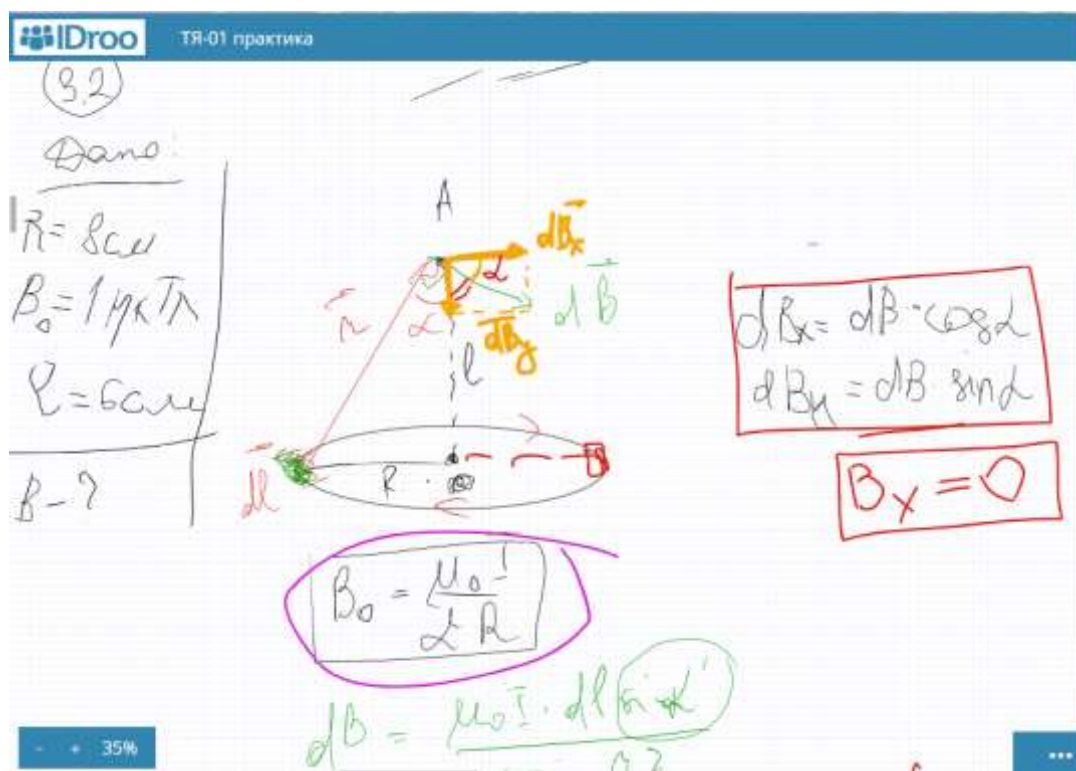


Рисунок 2.32 – Контроль знань під час розв’язування задач на віртуальній дошці

Оцінювання лабораторної роботи проходило в кілька етапів:

1. Тестування на платформі [physics.zfftt.kpi.ua](https://physics.zfftt.kpi.ua) [51].
2. Перевірка відповідей на контрольні питання.
3. Перевірка протоколу лабораторної роботи.
4. Усне опитування.

Перші три етапи реалізувались викладачем в окремий час, фіксуючи результати тестування, оцінки за відповіді на контрольні запитання і протокол в окремий лист успішності. Приклади звітування представлені на рисунках 2.26-28, що знаходяться в попередньому підрозділі. Усне опитування проходило під час відеоконференції: викладач оцінював повноту і чіткість відповідей на запитання. У разі успішної здачі студенти виставлялась відповідна оцінка, а в протилежному випадку – студент вносив зміни та захищав роботу повторно.

Практичний досвід показав, що продумана система моніторингу навчальних досягнень студентів з фізики дозволяє організувати і полегшити роботу студентів, досягти визначених цілей навчального процесу.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Проаналізовано технічні засоби навчання, необхідного для реалізації дистанційного вивчення фізики в технічному університеті, що дозволило виділити групу пристроїв, які формують базовий набір (комп'ютер, відеокамера, аудіогарнітура, графічний планшет) та смартрішення (планшет і універсальний стилус). Останній, як показав практичний досвід, дозволяє максимально наблизити спілкування студентів і викладачів до аудиторного при очному навчанні.
2. Проведено аналіз наявних програмних продуктів, виокремлено їх особливості використання, сформовано концептуальне рішення, що для організації дистанційного навчання з фізики слід використати поєднання Telegram, Google Meet, Google Classroom, Classtime, IDroo, Moodle.
3. Розроблено методичні дидактичні засоби для підтримки проведення лекційних і практичних занять з врахуванням психолого-педагогічних особливостей. Розроблені матеріали апробовано під час дистанційного навчання на теплоенергетичному факультеті.
4. Розроблено методичні схеми проведення практичних, лекційних та лабораторних занять з фізики у технічному університеті в умовах дистанційного навчання. Для здійснення моніторингу розкрита і розроблена система, яка фіксує досягнення студентів під час дистанційного навчання.

## **РОЗДІЛ 3 ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

### **3.1 Організація та методика проведення педагогічного експерименту**

У процесі дисертаційної роботи експериментально перевірялася гіпотеза: впровадження в освітній процес технічного університету технічних засобів та програмного забезпечення дозволить оптимально організувати дистанційне навчання з фізики.

Під час педагогічного експерименту було перевірено гіпотезу дослідження, ефективність розроблених дидактичних матеріалів та підходів щодо організації дистанційного навчання з фізики в технічному університеті. Педагогічний експеримент містив три етапи: констатувальний, пошуковий, формувальний.

Перший етап - констатувальний передбачав:

- дослідити сутність поняття «дистанційне навчання» та психолого-педагогічні чинники, що впливають на проведення занять у дистанційному форматі;
- з аналізу науково-методичної літератури встановлено проблеми організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті;
- проведено анкетування та вхідне тестування студентів першого курсу теплоенергетичного факультету з метою встановлення чинників, які впливають на організацію дистанційного навчання фізики у технічному університеті.

У ході констатувального етапу анкетування студентів під час педагогічного експерименту здійснювалося на початку семестру з



використанням Google Форми. Мета цього анкетування полягала у визначенні відношення студентів до дистанційного навчання у технічному університеті. В анкетуванні взяли участь студенти теплоенергетичного факультету КПІ імені Ігоря Сікорського у чисельності 119. Анкета наведена у додатку Г.

Аналіз результатів анкетування показав, що:

1. 73 % студентів відповіли, що бажають вчитись дистанційно, а не очно, 27 % - очно.
2. 64 % опитаних відмітили прихильність до синхронного навчання, а 36 % - асинхронного.
3. 100 % студентів володіють базовим набором технічних засобів, необхідних для організації дистанційного навчання та 23 % - додатковими засобами: графічний планшет, універсальний стилус.
4. Головними проблемами, що виникають під час дистанційного навчання, за відповідями студентів були: технічні в 21 % опитаних, 46 % - зазначили психологічні труднощі, організаційні в 15 %, інші не стикались з жодними труднощами.

На думку студентів, головні проблеми полягають у технічному забезпеченні – 21%, 46% зазначили психологічні труднощі, 15 % - організаційні, у решти не виникало жодних труднощів. Отже результати анкетування показали, що студенти охоче сприймають дистанційне навчання в якому реалізовано синхронний формат. Слід зазначити, що у всіх студентів є базовий технічний набір для дистанційного навчання, проте виявлено, що кожен другий студент стикався з психологічними труднощами, які пов'язані з відсутністю живого спілкування та самоорганізацією тощо.

Для того, щоб сформувати контрольні та експериментальні групи був проведений вхідний тест. Аналіз результатів даного тестування показав однаковий рівень знань студентів з фізики (приклад завдань вхідного тестування наведено у додатку Д).

На другому етапі педагогічного експерименту було проведено аналіз технічного забезпечення, яке можна використовувати для дистанційного

формату проведення занять. Виокремлено базовий набір (комп'ютер, аудіогарнітура, відеокамера, графічний планшет) та смартрішення (планшет та універсальний стилус). Як показав педагогічний експеримент для забезпечення синхронного режиму, наближеного до очного навчання, слід використати смартрішення.

Під час другого етапу проаналізовано програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання, розглянуто слабкі і сильні сторони. На основі аналізу було прийнято рішення використовувати месенджер Telegram для асинхронної взаємодії зі студентами, програму конферен-зв'язку Google Meet у поєднанні з віртуальною дошкою IDroo для забезпечення синхронної взаємодії, сервіс Classtime для бліц-опитування студентів, сервіс Google Classroom для звітування та освітню платформу кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла «Фізика – філософія життя» для проведення віртуальних лабораторних робіт, тематичних тестувань.

На другому етапі нами було:

- розроблено е-дидактичні матеріали для підтримки проведення лекційних і практичних занять, приклади розв'язання узагальнюючих задач у форматі відео, тести для бліц-контролю знань;
- розроблено інфографіку з методичними рекомендаціями щодо організації лекційних, практичних та лабораторних занять з фізики;
- запропоновано схему моніторингу навчальних досягнень при дистанційному вивченні студентами фізики в технічному університеті;
- апробовано розроблені матеріали під час навчального процесу на теплоенергетичному факультеті КПІ ім. І. Сікорського.

Під час третього етапу - формувального здійснена перевірка ефективності розроблених методичних підходів для організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті. Завдання, які вирішувались на цьому етапі, полягали у:

- визначенні бази проведення педагогічного експерименту;
- виборі контрольних та експериментальних груп;
- розробленні критеріїв, що дозволяли оцінити ефективність запропонованих підходів щодо організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті;
- опрацюванні результатів проведеного педагогічного експерименту щодо встановлення ефективності розроблених методичних підходів організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті.

Під час вирішення першого завдання даного етапу було обрано теплоенергетичний факультет КПІ ім. І. Сікорського для проведення педагогічного експерименту. Виконано поділ студентів на контрольні та експериментальні вибірки за такими вимогами:

1. Студенти повинні мати однаковий рівень знань, добір було здійснено за результатом вхідного тестування з розділу фізики «Електрика і магнетизм».
2. Лекційні, практичні та лабораторні заняття для чистоти експерименту проводилися одним викладачем, щоб різниця рівня знань студентів у цих групах полягала тільки у різниці методики навчання: у контрольних групах навчання фізики проводилось традиційно, а в експериментальних – з використанням розроблених нами методичних підходів та дидактичних матеріалів забезпеченні дистанційного навчання фізики у технічному університеті.

Для проведення статистичної обробки даних було використано  $\chi^2$  критерій Пірсона [54].

При використанні даного критерію було сформульовано статистичні гіпотези:

**$H_0$ :** у контрольних і експериментальних групах початковий рівень знань з фізики є однаковим.

**$H_1$**  у контрольних і експериментальних групах початковий рівень знань з

фізики є різним.

Емпіричне значення критерія Пірсона  $\chi^2_{\text{емп}}$  обчислювалося за формулою:

$$\chi^2_{\text{емп}} = \sum_{i=1}^k \frac{(f_{ei} - f_{\text{теор}i})^2}{f_{\text{теор}i}},$$

де  $f_{ei}$  – емпірична частота по  $i$ -ому розряду ознаки;  $f_{\text{теор}i}$  – теоретична частота;  $i$  – порядковий номер ознаки;  $k$  – кількість розрядів ознаки.

$$f_{\text{теор}i} = \frac{(\text{сума частот за відповідним рядком}) \cdot (\text{сума частот за відповідним стовпцем})}{(\text{загальна кількість спостережень})}$$

Визначалося кількість ступенів свобод  $\nu$ :

$$\nu = (k-1) \cdot (c-1),$$

де  $k=4$  – кількість розрядів ознаки (відповідно до кількості рівнів);  $c=2$  – кількість розподілів, що порівнюються (до початку експерименту).

Таким чином,

$$\nu = (4-1) \cdot (2-1) = 3.$$

З таблиці IX [55] було визначено критичне значення критерія Пірсона дорівнює  $\chi^2_{\text{кр}} = 7,815$  на рівні значущості 0,05 з урахуванням кількості ступенів свобод.

Знайдено значення теоретичних і емпіричних частот у розподілі за рівнем знань студентів за результатами вхідного тестування (Таблиці 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1 – Емпіричні частоти до експерименту в контрольних та експериментальних групах

Рівень знань	Емпірична частота у контрольних групах	Емпірична частота у експериментальних групах	Сума частот в контрольних та експериментальних групах
початковий	28 (А)	35 (Б)	63
середній	22 (В)	21 (Г)	43
достатній	6 (Д)	4 (Е)	10
високий	1 (Є)	2 (Ж)	3
Сума частот	57	62	119

За даними таблиці 3.3 можна побачити, що в експериментальних груп емпіричне значення менше за критичне  $\chi_{кр}^2 = 7,815 > \chi_{ем}^2 = 1,33$ . Отже, це означає, що за розподілом балів, відповідно до результатів вхідного тестування для контрольних і експериментальних груп, приймається гіпотеза  $H_0$ : початковий рівень у них істотно не відрізняється і є статистично виправданим.

Таблиця 3.2 – Розрахунок критерію  $\chi_{емп}^2$

	$f_e$	$f_{теор}$	$f_e - f_{теор}$	$(f_e - f_{теор})^2$	$\chi_{емп i}^2 = \frac{(f_{e i} - f_{теор i})^2}{f_{теор i}}$
А	28	30,18	-2,18	4,74	0,16
Б	35	32,82	2,18	4,74	0,14
В	22	20,60	1,40	1,97	0,10
Г	21	22,40	-1,40	1,97	0,09
Д	6	4,79	1,21	1,46	0,31
Е	4	5,21	-1,21	1,46	0,28
Є	1	1,44	-0,44	0,19	0,13
Ж	2	1,56	0,44	0,19	0,12
$\Sigma$	119	119	0,000	-	1,33

Для встановлення ефективності методичних підходів щодо організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті використано критерії: діяльнісний, результативний і рефлексивний. Діяльнісний критерій полягав у тому, що студенти можуть використовувати теоретичні знання при розв'язуванні задач, виконанні лабораторних робіт та самостійному опрацюванні матеріалу з фізики. Результативний критерій полягав у перевірці здатності студентів

здійснювати оцінку власних результатів роботи. Рефлексивний критерій полягав у визначенні здатності студентів аналізувати власну діяльність та усвідомлення необхідності вчасного звітування з проробленої роботи.

Для обраних критеріїв виділено чотири рівні оцінки ефективності методичних підходів з організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті:

- початковий рівень характеризується тим, що студент технічного університету не може встановити закономірності й зв'язки між фізичними поняттями та явищами; має низький рівень засвоєння теоретичного матеріалу; не може застосувати набуті знання для розв'язування задач, проведення експериментів і дослідження явищ; не може відтворити раніше набуті знання і вміння; не здатен до самоосвіти; не може оцінити свою навчальну роботу; відсутній інтерес до вивчення фізики;
- середній рівень характеризується тим, що студент має поверхневі теоретичні знання, неосмислено використовує вивчений матеріал; виконує завдання за зразком; через деякий час може частково відтворити вивчений матеріал, не здатен проаналізувати матеріал і сформулювати висновки, погано організовує процес самоосвіти; важко оцінює свій навчальний рівень знань, нечасто проявляє інтерес до вивчення фізики;
- достатній рівень характеризується тим, що студент володіє основними закономірностями й поняттями фізики, легко їх поєднує; самостійно застосовує теоретичні знання для розв'язування задач, проведення експериментів і дослідження явищ у стандартних ситуаціях; вміє аналізувати, робити висновки, виправляти помилки; розв'язує задачі з фізики за загальною методикою і послідовністю (алгоритмом), які йому знайомі; вміє організувати самостійно навчально-пізнавальну роботу; намагається самостійно оцінити рівень власних знань; вбачає актуальність отриманих знань з фізики;

- високий рівень характеризується тим, що студент має глибокі, міцні теоретичні знання; вміє застосовувати їх на практиці у стандартних і нестандартних ситуаціях; вміє самостійно опрацьовувати наукову інформацію, поглибивши набуті знання; реально оцінює рівень знань; володіє високою мотивацією до вивчення фізики.

Під час констатувального експерименту було встановлено існування проблеми ефективної організації дистанційного навчання фізики. Під час пошукового експерименту була проведена апробація розроблених нами методичних підходів. Під час формувального експерименту було обрано базу для проведення експерименту, контрольні й експериментальні групи та встановлено критерії та їх рівні, які дозволяють оцінити ефективність розроблених матеріалів та підходів організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті.

### **3.2 Результати та аналіз педагогічного експерименту**

У дослідженні результати формувального експерименту оцінювалися на основі порівняння розподілів студентів теплоенергетичного факультету першого курсу КПІ імені Ігоря Сікорського контрольних та експериментальних груп в кінці експерименту. Студенти контрольних груп навчалися за звичайною методикою. У процесі навчання експериментальних груп впроваджувалися розроблені методичні підходи організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті, які полягали у використанні технічного, програмного та методичного забезпечення. Моніторинг знань проводився під час звітування у Google Classroom, під час бліц-тестування у сервісі Classtime, під час захисту даних навчального експерименту та

під час тематичних тестувань на сайті [physics.zffft.kpi.ua](http://physics.zffft.kpi.ua).

В організації педагогічного експерименту взяли участь 119 студентів теплоенергетичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, серед яких 57 студентів входили до контрольних груп, а 62 студент – до експериментальних.

Принципи добору контрольних та експериментальних груп були описані в попередньому підрозділі.

Результативність формувального етапу експерименту визначалася за схемою:

- перевірка правомірності обрання експериментальних і контрольних груп;
- діагностування всіх показників кожного з трьох критеріїв реалізації методичних засад організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті;
- порівняння рівнів сформованості кожного показника для студентів (якісний аналіз);
- статистичне обґрунтування гіпотез про наявність або відсутність статистично значущих відмінностей у розподілах студентів;
- визначення розподілів студентів за кожним критерієм (діяльнісним, результативним, рефлексивним);
- розрахунок кількості студентів у розподілах за рівнем сформованості критеріїв, здійснювався, як середнє арифметичне відповідних значень показників;
- визначення ступеня відмінностей у розбіжностях розподілів студентів за показниками й критеріями з метою визначення найбільшого впливу і найменшого;
- формулювання висновків.

Статистичне обґрунтування гіпотез про наявні зміни або їх відсутність у розподілах студентів експериментальної та контрольної груп після експерименту ми проводили за допомогою критерію Пірсона  $\chi^2$ . Опис застосування критерію Пірсона  $\chi^2$  наведений у О.Сидоренко [55]. На основі порівняння критичного ( $\chi^2_{кр}$ ) та емпіричного ( $\chi^2_{емп}$ ) значень критерію було зроблено висновок про



істотність змін у показниках для студентів контрольних та експериментальних груп після експерименту.

Показник рефлексивного критерію вміння студентів усвідомлювати необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи, визначався в процесі звітування. За результатами звітування студентів контрольних та експериментальних вибірок було здійснено їх розподіл на чотири групи, що відповідали рівням оцінювання ефективності методичної системи з реалізації організації дистанційного навчання фізики між загальноосвітньою та вищою технічною школами (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Розподіл студентів за рівнем усвідомлення необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи

Рівні	Контрольна група		Експериментальна група	
<b>початковий</b>	36	64 %	23	37 %
<b>середній</b>	16	27 %	24	39 %
<b>достатній</b>	4	8 %	12	19 %
<b>високий</b>	1	1 %	3	5 %
<b>Всього</b>	57	100 %	62	100 %

Порівняння розподілів студентів у контрольних та експериментальних групах показало, що у групах студентів, які навчалися за традиційною методикою, майже не відбулися позитивні зрушення за таким показником, як рівень усвідомлення необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи. Виконаємо статистичне опрацювання та аналіз результатів впливу методичних підходів до організації дистанційного навчання фізики на даний показник.

Сформулюємо статистичні гіпотези:

**H<sub>0</sub>:** відмінність у рівні усвідомлення необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи. У студентів контрольних та експериментальних груп, наприкінці експерименту, незначна і статистично недостовірна (на рівні значущості 0,05);

**H<sub>1</sub>:** відмінність у рівні усвідомлення необхідності вчасно виконувати

звітування виконаної роботи., має істотний характер і є статистично достовірною.

Виконаємо статистичний розрахунок емпіричного критерію Пірсона ( $\chi^2_{\text{емп}}$ ). Значення емпіричної частоти у розподілі студентів за рівнем усвідомлення необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи. наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Емпіричні частоти після експерименту в контрольній та експериментальній групах

Рівень знань	Емпірична частота у контрольних групах	Емпірична частота у експериментальних групах	Сума частот в контрольних та експериментальних групах
<b>Початковий</b>	36 (А)	23 (Б)	59
<b>Середній</b>	16 (В)	24 (Г)	40
<b>Достатній</b>	4 (Д)	12 (Е)	16
<b>Високий</b>	1 (Є)	3 (Ж)	4
<b>Сума частот</b>	57	62	119

З таблиці 3.5 видно, що в експериментальних групах емпіричне значення  $\chi^2_{\text{ем}} = 9,27 > \chi^2_{\text{кр}} = 7,815$ . Це означає, що для показника вмінь усвідомлювати необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи студентами технічного університету приймається гіпотеза **H<sub>1</sub>**: відмінність у рівні усвідомлення необхідності вчасно виконувати звітування виконаної роботи. студентами технічного університету експериментальних груп має істотний характер порівняно з контрольними і є статистично достовірною.

Таблиця 3.5 - Розрахунок критерію  $\chi^2_{\text{емп}}$ 

	$f_e$	$f_{\text{теор}}$	$f_e - f_{\text{теор}}$	$(f_e - f_{\text{теор}})^2$	$\chi^2_{\text{емп}i} = \frac{(f_{ei} - f_{\text{теор}i})^2}{f_{\text{теор}i}}$
А	36	28,26	7,74	59,90	2,12
Б	23	30,74	-7,74	59,90	1,95
В	16	19,16	-3,16	9,98	0,52
Г	24	20,84	3,16	9,98	0,48
Д	4	7,66	-3,66	13,42	1,75
Е	12	8,34	3,66	13,42	1,61
Є	1	1,92	-0,92	0,84	0,44
Ж	3	2,08	0,92	0,84	0,40
Σ	119	119	-	-	9,27

Таким чином, доведена ефективність методичних підходів організації дистанційного навчання фізики для рефлексивного критерію.

Аналогічно нами розраховані значення емпіричних частот для інших показників діяльнісного та результативного критеріїв.

Результати розрахунку емпіричних частот для показників діяльнісного критерію наведені в таблиці 3.6. З неї можна бачити, що в експериментальних групах за всіма показниками відбулися позитивні зміни.

Таблиця 3.6 - Розподіл студентів за рівнями сформованості показників діяльнісного критерію

Показники	Групи	Рівні сформованості показників діяльнісного критерію							
		Початковий		Середній		Достатній		Високий	
		К-сть студентів	%	К-сть студентів	%	К-сть студентів	%	К-сть студентів	%
Уміння студентів застосовувати теоретичні знання при розв'язуванні задач	К	37	66 %	15	26 %	4	7 %	1	1 %
	Е	23	37 %	24	39 %	12	19 %	3	5 %
Уміння студентів виконувати експериментальні дослідження	К	22	39 %	22	39 %	7	12 %	6	10 %
	Е	9	16 %	27	45 %	17	27 %	9	12 %
Уміння студентів самостійно опрацьовувати матеріал з фізики	К	22	39 %	27	47 %	5	9 %	3	5 %
	Е	16	26 %	22	36 %	17	27 %	7	11 %

Результати розрахунку критерію Пірсона для показників діяльнісного критерію наведені в таблиці 3.7 і показують, що емпіричні значення  $\chi^2_{\text{емп}}$  є більшим за критичне значення  $\chi^2_{\text{кр}}$ . Таким чином, приймається гіпотеза по кожному з показників діяльнісного критерію про наявність відмінностей експериментальних груп від контрольних, що доводить ефективність розробленої методичної системи організації дистанційного навчання фізики.

Результат розрахунку теоретичних і емпіричних частот для результативного критерію наведені в таблиці 3.8. З таблиці можна бачити, що в експериментальних групах за цим показником відбулися позитивні зміни.

Таблиця 3.7- Результати обчислень емпіричних значень критерію Пірсона для обраних показників діяльнісного критерію

Показники	$\chi^2_{\text{емп}}$	$\chi^2_{\text{кр}}$	Співвідношення значень критерію
Уміння студентів застосовувати теоретичні знання при розв'язуванні задач	10,15	7,815	$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{емп}}$
Уміння студентів виконувати експериментальні дослідження	10,54	7,815	$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{емп}}$
Уміння студентів самостійно опрацьовувати матеріал з фізики	9,41	7,815	$\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{емп}}$

Таблиця 3.8 - Розподіл студентів контрольних та експериментальних груп за рівнями сформованості показника результативного критерію

Показники	Групи	Рівні сформованості показника результативного критерію							
		Низький		Середній		Достатній		Високий	
		К-сть студентів	%	К-сть студентів	%	К-сть студентів	%	К-сть студентів	%
Уміння студентів самостійно оцінювати рівень власних навчальних досягнень	К	22	38 %	27	47 %	6	10 %	2	5 %
	Е	10	16 %	29	46 %	16	26 %	7	11 %

Розрахунок критерію Пірсона для показника результативного критерію показав, що  $\chi^2_{\text{ем}} = 11,71 > \chi^2_{\text{кр}} = 7,815$ . Отже, доведена ефективність запропонованої методики для показника результативного критерію.

Отже, результати дослідно-експериментальної роботи підтвердили ефективність обраного підходу організації дистанційного навчання фізики. Встановлено, що розроблені методичні підходи і дидактичні засоби сприяли організації дистанційного навчання з фізики технічному університеті.

### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Педагогічний експеримент з перевірки ефективності впровадження методичних підходів до організації дистанційного навчання фізики в технічному університеті проводився у кілька етапів.

1. В ході констатувального експерименту було встановлено, що студенти володіють базовим технічним набором засобів для організації дистанційного навчання фізики та бажають навчатись на відстані. Аналіз результатів анкетування та вхідного тестування показав, що у студентів виникають психологічні труднощі, що пов'язані відсутністю живого спілкування та мотивації.

2. У ході пошукового етапу педагогічного експерименту запропоновано яким слід скористатись: технічним, програмним забезпеченням для організації дистанційного навчання з фізики. Розроблено методичні підходи та дидактичні засоби підтримки навчального процесу в дистанційному форматі.

3. В ході формувального етапу експерименту було визначено базу для проведення педагогічного експерименту, зроблено вибір експериментальних і контрольних груп, визначено критерії для оцінювання ефективності розроблених методичних підходів для організації дистанційного навчання з фізики.

Ефективність застосування розроблених нами методичних підходів щодо організації дистанційного навчання фізики перевірялася під час формувального експерименту на основі аналізу критеріїв (*рефлексивного* (уміння усвідомлювати необхідність вчасно звітування про виконану роботи), *діяльнісного* (уміння: розв'язувати задачі; проводити експериментальні дослідження; здійснювати самостійне опрацювання навчального матеріалу з фізики) та *результативного* (уміння студентів першого курсу самостійно моніторити результати власних навчальних досягнень)).

4. Результати педагогічного експерименту показали, що при однаковому рівні початкових знань з фізики студенти експериментальних груп здобули зростання результатів за обраними критеріями, про що свідчать вищі показники якості їх знань. Статистичні оцінки одержаних результатів за допомогою критерію Пірсона  $\chi^2$  стали підтвердженням про достовірність змін, які відбулися в результаті проведеної роботи в ході формувального експерименту, що дозволило підтвердити ефективність розроблених методичних підходів до організації дистанційного навчання з фізики в технічному університеті.

## ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження з організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті дали змогу сформулювати наступні висновки:

1. Аналіз сучасної науково-методичної літератури щодо організації дистанційного навчання з фізики показав, що наразі не має цілісної картини щодо вирішення питань дистанційного формату. Більшість робіт розкривають лише елементи електронного навчання, які можна використати при дистанційному форматі. Аналіз психолого-педагогічної літератури щодо проблеми дослідження показав важливість психологічних особливостей сприйняття навчальної інформації студентами.
2. Аналіз технічного забезпечення дозволив сформулювати оптимальний набір пристроїв, який повинен бути у всіх учасників навчального процесу, організованого в дистанційному форматі, а саме базовий комплект: комп'ютер, вебкамера, аудіогарнітура, графічний планшет або комплект смартрішення: планшет та універсальний стилус. Дослідження наявних програмних продуктів підтримки дистанційного навчання показало, що не існує універсального рішення для ефективної реалізації дистанційного супроводу навчального процесу. Встановлено, що лише поєднання програмних продуктів, які включають месенджери, онлайн-конференції, віртуальні дошки, платформи для тестування та сервіси для звітування, органічно поєднані між собою, забезпечують досягнення цілей дистанційного навчання з фізики у технічному університеті.
3. Розроблено, апробовано та впроваджено в освітній процес електронні дидактичні матеріали для підтримки проведення лекційних і практичних занять, тестові завдання для проведення контролю з розділу «Електромагнетизм», мультимедійні матеріали для самостійної роботи студентів. Встановлено, що на успішність організації дистанційного



навчання з фізики в технічному університеті впливають не лише наявність дидактичних матеріалів, а їх методи використання та контроль їх виконання.

4. Розроблено та апробовано методичні підходи до організації дистанційного навчання фізики у технічному університеті:

- схему організації лабораторного практикуму, лекційного і практичного занять;
- схему моніторингу засвоєння студентами навчального матеріалу під час лабораторного практикуму, лекційного і практичного занять.

5. Результати педагогічного експерименту, який проводився зі студентами теплоенергетичного факультету показав позитивні зміни за обраними критеріями, про що свідчать вищі показники якості знань студентів експериментальних груп. Статистична оцінка результатів педагогічного експерименту за допомогою критерія згоди  $\chi^2$  дали підстави стверджувати про ефективність запропонованих підходів.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Собаєва О. В. АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.09 "теорія навчання" / Собаєва О. В. – Харків, 2001. – 16 с.
2. Про вищу освіту: закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
3. Волинський, Є. В. Формування комунікативної компетентності майбутніх перекладачів з використанням технологій дистанційного навчання: дис... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький, 2012. – 280 с.
4. Шаран, Р. В. Професійна підготовка магістрів інформаційних технологій в системі дистанційної освіти США: дис... канд. пед. наук: 13.00.04. – Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2010. – 249 с.
5. Кухаренко, В. М. Технологія створення дистанційного курсу : навч. посібник / В. Ю. Биков, В. М. Кухаренко, Н. Г. Сиротенко, О. В. Рибалко, Ю. М. Богачков [за ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка]. – Київ. : Міленіум, 2008. – 324 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://dl.kharkiv.edu/file.php/1/Kuxarenko\\_PDF.pdf](http://dl.kharkiv.edu/file.php/1/Kuxarenko_PDF.pdf).
6. Хуторской, А. В. Эвристическое обучение. В 5 т. Т.4. Интернет и телекоммуникации / под ред. А. В. Хуторского. – М. : Издательство «Эйдос»; Издательство Института образования человека, 2012. – 204 с. (Серия «Инновации в обучении»). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://khutorskoy.ru/books/2012/evr-ob4/index.htm>. ; Хуторской, А. В. Принципы дистанционного творческого обучения [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.eidos.ru](http://www.eidos.ru).

7. Андреев, А. А. Дистанционное образование : сущность, технология, организация / А. А. Андреев, В. И. Солдаткин. – М. : Издательство МЭСИ, 1999. – 196 с.
8. Блощинський І. Г. СУТНІСТЬ ТА ЗМІСТ ПОНЯТТЯ «ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ» В ЗАРУБІЖНІЙ ТА ВІТЧИЗНЯНІЙ НАУКОВІЙ ЛІТЕРАТУРІ / І. Г. Блощинський. // Педагогічні науки. – 2015. – №3.
9. Keegan D. Theoretical Principles of Distance Education (Routledge Studies in Distance Education). British Journal of Educational Studies Volume: 42, 1993, - 411 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.mendeley.com/research/theoretical-principles-distance-education-5/>
10. Wedemeyer C. Learning at the back door: Reflections on non-traditional learning in the lifespan. Madison, WI: University of Wisconsin Press. (1981). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : Diehl\_William\_C\_dissertation\_FINAL.pdf.
11. Peters O. Distance Education in Transition. Developments and Issues. (5. revised, extended and updated edition) – 2010 – 286 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : – asfvolume5\_5\_ebook.pdf.
12. Мартиненко С. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ / С. Мартиненко. // ТЕОРІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ НЕПЕРЕРВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ(Серія: педагогічні науки). – 2020. – №4. – С. 7–13.
13. Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Режим доступу: <http://uiite.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/04/Pologenie.pdf>
14. Петрушенко В. Л. Етика та естетика: навч. посібник / В. Л. Петрушенко. – Львів, – 2008. – 180 с.

- 15.МЯДЗЕЛЬ М. Вплив техногенної культури на розвиток особистості. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах “та I Міжнародного студентського наукового форуму „Креативна економіка очима молоді “, 2018, 2: 57-58.
- 16.Тихомиров О. К. ЭВМ и новые проблемы психологии: навч. посібник / О. К Тихомиров, Н. Л. Бабанин. – М. :1986-203 с. 2.
- 17.Абрамов М. Г. Людина і комп’ютер / М. Г. Абрамов // Человек. – 2000. – н. 4. 3.
- 18.Гур’єв Л. П. Структура умственной деятельности человека в условиях автоматизации: автореф. канд. дис. / Л. П. Гур’єв. – М. – 1973.
- 19.Vanichvasin, P. (2013). Enhancing the quality of learning through the use of infographics as visual communication tool and learning tool (pp. 135-142). In the Proceedings ICQA 2013: The International Conference on QA Culture: Cooperation or Competition. Bangkok: Offset Plus. Retrieved December, 13, 2014, from [http://www.icqa2014.com/downloads/Proceeding\\_29.pdf](http://www.icqa2014.com/downloads/Proceeding_29.pdf).
- 20.Schrock, K. (2014). Infographics as a creative assessment. Retrieved September 29, 2014, from <http://www.schrockguide.net/infographics-as-an-assessment.html>.
- 21.Smiciklas, M. (2012). The power of infographics: Using pictures to communicate and connect with your audiences. Indianapolis, IN: Pearson Education, Inc.
- 22.MacQuarrie, A. (2012, July). Infographics in Education. Think Tank. Retrieved from <http://blog.k12.com/2012/07/10/infographics-education>
- 23.Uyan, D., B., I. (2014). Data visualization and infographics in visual communication design education at the age of information. Journal of Arts

- and Humanities, 3(5), 39–50. Retrieved October 25, 2014 from:  
<http://www.theartsjournal.org/index.php/site/article/view/460>
- 24.Krum, R. (2013). Cool infographics: Effective communication with data visualization and design. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc.
- 25.Bicen H. Assessing perceptions and evaluating achievements of ESL students with the usage of infographics in a flipped classroom learning environment / H. Bicen, M. Beheshti. // Interactive Learning Environments. – 2019. – С. 1–29.
- 26.Дяченко І. М. Колірна методика в навчанні: до проблеми активізації механізмів довгострокової пам'яті в студентів медичних закладаів освіти / І. М. Дяченко. // Збірник наукових праць [Херсонського державного університету]. Педагогічні науки, ). – 2017. – №79. – С. 135–139.
- 27.Пальчевський С.С. Сугестопедична технологія на уроках географії / С.С. Пальчевський // Географія та основи економіки в школі. – 2006. – № 4. – С. 43-47.
- 28.Пауэлл У.Ф. Цвет и как его использовать: узнайте, что такое цвет / У.Ф. Пауэлл; пер. с англ. У. Сапициной. – М.: АСТ; Астрель, 2005. – 63 с.
- 29.Фрилинг Г. Человек, цвет, пространство / Г. Фрилинг, К. Ауер; пер. с немец. О. Гавалова. – М : Стройиздат, 1973. – 116 с.
- 30.Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки: закон України від 09.01.2007. № 537-V // Відомості Верховної Ради України. – 2007. – № 12. – Ст.102.
- 31.Моклюк М. О. Методика використання елементів дистанційних технологій у процесі навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теорія і методика навчання (фізика)" / Моклюк Микола Олексійович – Київ, 2009. – 22 с.

32. Моклюк М. О. Використання дистанційних технологій навчання у викладанні фізики. / М. О. Моклюк, В. І. Заболотний. // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми//Зб. наук. пр.. – 2004. – №6. – С. 486
33. Стецик С. П. Досвід використання засобів дистанційного навчання у процесі підготовки майбутніх учителів фізики / С. П. Стецик, К. С. Ільницька. // Актуальні питання сучасної інформатики. – 2017. – №5. – С. 378–381.
34. Моклюк М. О. Вивчення фізики в системі дистанційної освіти / М. О. Моклюк, М. І. Шут, В. Ф. Заболотний. // Вид-во НПУ імені МП Драгоманова. – 2006.
35. Павел ВИКТОР [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/c/pvictor54/featured>
36. Gustafsson P. Improved method in distance teaching of physics / Peter Gustafsson. // European Journal of Physics. – 2003. – №25. – С. 185.
37. Eckert B. Distance Education in Physics via the Internet / B. Eckert, S. Gröber, H. Jodl. // American Journal of Distance Education. – 2009. – №23. – С. 125–138.
38. Кухаренко В.М., Бондаренко В.В. Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія/ За ред. В.М. Кухаренка, В.В. Бондаренка – Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. – 409 с.
39. Бондаренко Л. ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ / Л. Бондаренко, В. Бондаренко, Г. Шишкін. // BOOK OF PAPERS. – 2020. – С. 507–510.
40. Соловйова О. Ю. ВИКОРИСТАННЯ ІКТ В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ / Олена Юріївна Соловйова. // Public communication in science: philosophical, cultural, political, economic and IT context. – 2020. – №4. – С. 32–34.

41. Андреев А. М. МЕТОДИ РОЗВИТКУ В УЧНІВ ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ / А. М. Андреев, Н. І. Тихонська. // Збірник наукових праць «Педагогічні науки». – 2020. – №90. – С. 22–27.
42. Мацюк В. М. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ / Віктор Михайлович Мацюк. // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. – 2020. – №5. – С. 57–58.
43. САЛЬНИК І. В. ПІДГОТОВКА ТА ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ / І. В. САЛЬНИК, Е. П. СІРИК. // НАУКОВІ ЗАПИСКИ. – 2020. – №189. – С. 68–74.
44. Персональний досвід дистанційного викладання Ю.М. Богачкова в НТУУ КПІ імені Ігоря Сікорського. // Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія / – Харків: КП «Міська друкарня», 2020. – С. 119–127.
45. Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories / [P. Klein, L. Ivanjek, M. N. Dahlkemper та ін.]. // PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH. – 2021. – №17.
46. Владика Л. Р. Етапи розвитку програмних продуктів для дистанційного навчання фізики/ Л. Р. Владика, О. В. Матвійчук // XIX Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Історія розвитку науки, техніки та освіти»: зб. Праць / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». – Київ, 2021. – С. 137-139
47. Владика Л. Р. Організація дистанційного навчання в Оксфордському університеті / Л. Р. Владика, Ф. М. Гарєєва // XIX Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Історія розвитку

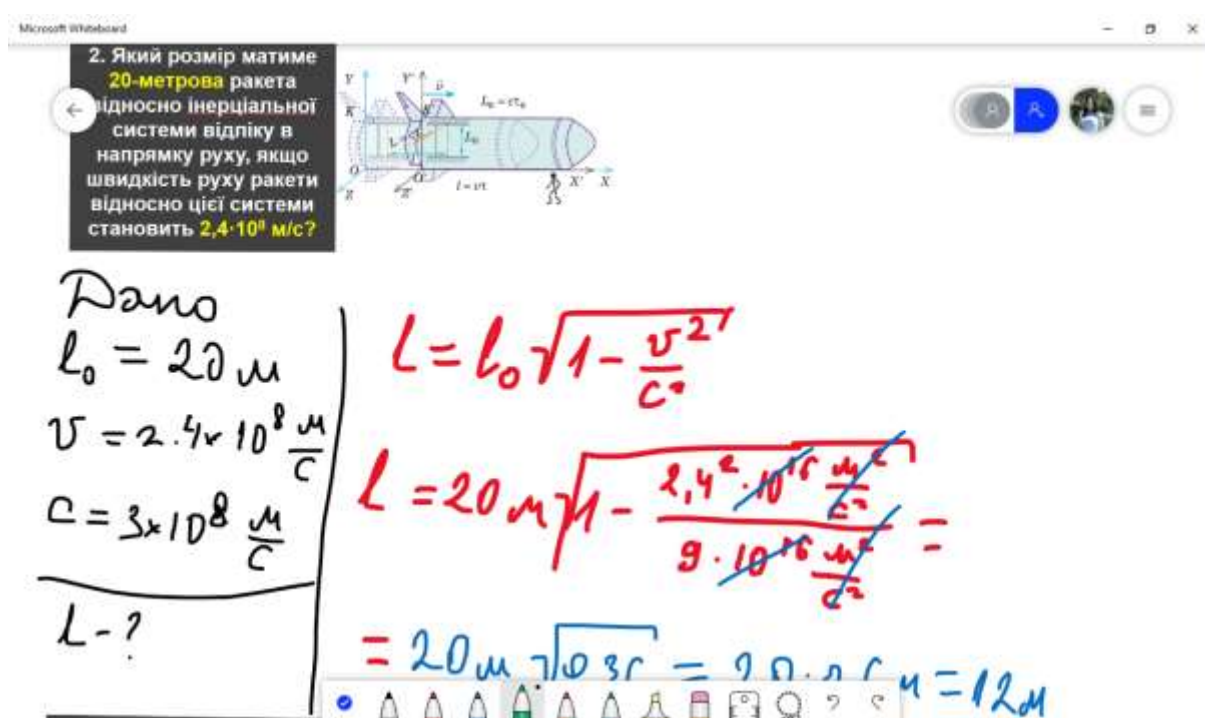
- науки, техніки та освіти»: зб. Праць / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». – Київ, 2021. – С. 134-136
- 48.Документ-камера [Електронний ресурс] // Вільна енциклопедія. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0>.
- 49.Розклад КПІ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://rozklad.kpi.ua/>
- 50.Матвійчук О.В. Особливості формування експериментаторських навичок учнів та студентів при реалізації принципу наступності навчання фізики / Матвійчук О.В., Подласов С.О. // Інформаційні технології в освіті та науці : Зб. наук. праць. – Мелітополь : Вид-во МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2016. – Випуск 8. – С. 191-196.
- 51.physics.zffft.kpi.ua [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://physics.zffft.kpi.ua/>
- 52.ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ФІЗИКИ ДЛЯ АУДИТОРНОЇ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ студентів інженерних спеціальностей. Укладач С. О. Подласов. / К.: НТУУ «КПІ», Київ, 2021.
- 53.Иродов И.Е. Задачи по общей физике.- 2-е изд., перераб.— М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.— 416 с
- 54.Гальперин П.Я. Современное состояние теории поэтапного формирования умственных действий / П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина // Вестн. МГУ. Серия: Психолог. – 1979. – № 4. – С. 78–90.
- 55.Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии / Елена Васильевна Сидоренко. – Санкт-Петербург : Речь, 2001. – 350 с.



## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

## Скріншоти віртуальних дошок



2. Який розмір матиме 20-метрова ракета відносно інерціальної системи відліку в напрямку руху, якщо швидкість руху ракети відносно цієї системи становить  $2,4 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ?

Дано  
 $l_0 = 20 \text{ м}$   
 $v = 2,4 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $L = ?$

$L = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

$L = 20 \text{ м} \sqrt{1 - \frac{2,4^2 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} =$

$= 20 \text{ м} \sqrt{0,36} = 12 \text{ м}$

Рисунок А.1 – Розв'язування задачі з використанням Microsoft Whiteboard

Whiteboard - Zoom

Выборит Текст Рисовать Мелом Стрелка Ластик Форма Отменить Повтор Очистить Создать

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$n = \frac{N}{S} = \frac{N}{4\pi r^2} \quad 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0 E}$$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 N} n \Rightarrow E \sim n$$

Рисунок А.2 – Вивчення теми «Лінії напруженості електричного поля» з використанням Whiteboard у Zoom

jamboard.google.com/j/1K543zSM5sMWBv7yK2mH71aC3vpe9y0nka90M/venue?ts=1

vjp-tnef-aux, 27 лют. 2021

Выборить тип Очистить фрейм

Довгий рівномірно заряджений по поверхні циліндр радіусом  $a=0,1$  см рухається з постійною швидкістю  $10$  м/с вздовж своєї осі. Напруженість електричного поля поверхні циліндра  $E=0,9$  кВ/см. Яке значення приймає конвекційний струм, обумовлений переносом заряду?

$Q_L = 10^{-2} \text{ Кл}$   
 $\gamma = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$   
 $E = 0,9 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$   
 $E_0 = 0,885 \cdot 10^{11} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$

$J = \frac{dq}{dt}$   
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \sigma = E\epsilon_0, \sigma = \frac{dq}{dS}; dq = E\epsilon_0 dS$   
 $dS = 2\pi a dl \quad dq = 2\pi a E\epsilon_0 dl$   
 $J = \frac{dq}{dt} = 2\pi a E\epsilon_0 \frac{dl}{dt}, \frac{dl}{dt} = v$   
 $J = 2\pi a E\epsilon_0 v = 5,005 \cdot 10^{-2} \text{ А}$

Рисунок А.3 – Розв'язування задачі з використанням Jamboard

The screenshot shows a web browser window with the IDroo interface. The main content area is a whiteboard with a grid background. It contains two text boxes and two equations, each enclosed in a red rectangular border.

The first text box is labeled "Принцип суперпозиції" (Principle of superposition). Below it is the equation for the superposition of electric fields:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

The second text box is labeled "Для поля системи точкових зарядів" (For the field of a system of point charges). Below it is the equation for the electric field of a system of point charges:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^3} \vec{r}_i$$

On the right side of the interface, there is a "Chat" panel with a text input field labeled "Write your message here". The browser's address bar shows the URL "idroo.com/board/75270c09a".

Рисунок А.4 – Вивчення теми «Електричне поле» з використанням IDroo

Презентація на тему «Електростатична теорема Гаусса»

ЕЛЕКТРОСТАТИКА

5.2.Електростатична  
теорема Гаусса

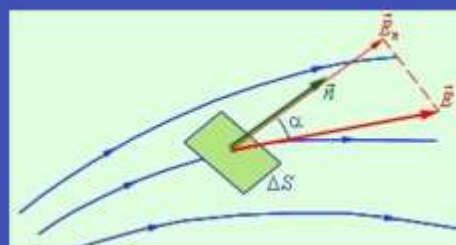


Рисунок Б.1– Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## План заняття

**Зміст, властивості та значення  
другої з інтегральних  
характеристик електричного  
поля — потоку розглядаються  
далі в наступних питаннях:**  
**5.2.1. Потік електричного поля**  
**5.2.2. Теорема Гаусса**

Рисунок Б.2 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

### 5.2.1. Потік електричного поля



Рисунок Б.3 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## 5.2.1. Потік електричного поля

$$dV = dS \cdot dh = dS \cdot dl \cos \alpha$$

$$dt = dl/v$$

$$d\Phi = v dS \cos \alpha$$

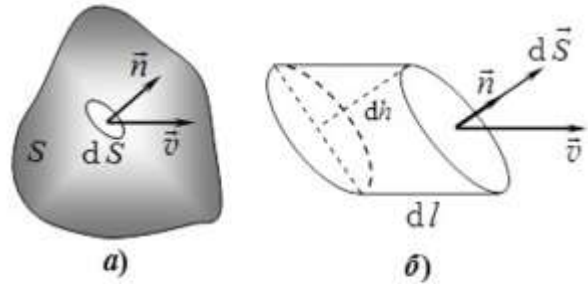


Рис. 5.2

Рисунок Б.4 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## 5.2.1. Потік електричного поля

$$\Phi = \int_S d\Phi = \int_S v dS \cos \alpha$$

$$\vec{v} = \vec{v}(\vec{r})$$

$$\Phi = \int_S \vec{v} d\vec{S}$$

$$d\Phi = \vec{v} d\vec{S}$$

Рисунок Б.5 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»



## Потік електричного поля

Інтеграл по заданій **поверхні S** від скалярного добутку **вектора напруженості електричного поля  $\vec{E}$**  на **вектор елемента поверхні  $d\vec{S}$**  називається **потокем напруженості** крізь цю поверхню

$$\Phi = \int_S \vec{E} d\vec{S}$$

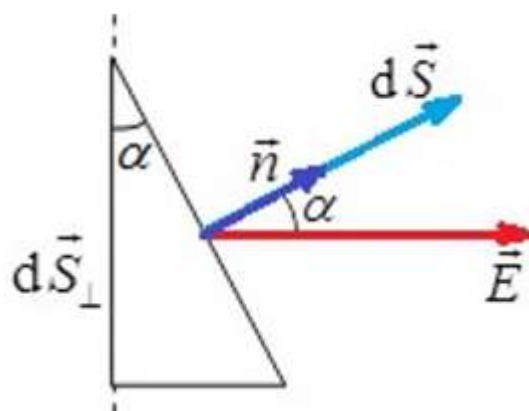


Рис. 5.3

Рисунок Б.6 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Потік електричного поля

$$d\Phi = \vec{E} d\vec{S} = E dS \cos \alpha =$$

$$= E_n dS = E dS_{\perp}$$

$$\Phi = \int_S \vec{E} d\vec{S} = \int_S E dS \cos \alpha$$

$$= \int_S E_n dS = \int_S E dS_{\perp}$$

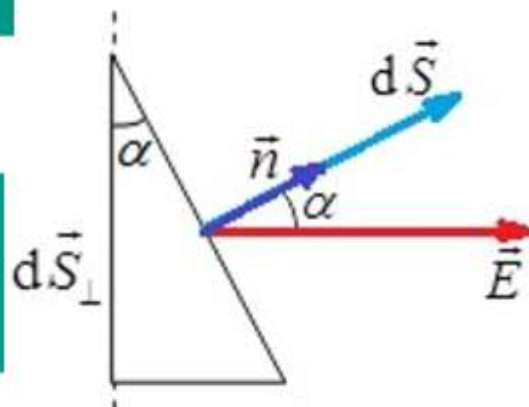


Рис. 5.3

Рисунок Б.7 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Потік електричного поля

Залежно від кута  $\alpha$  між векторами  $\vec{E}$  і  $d\vec{S}$  потік може бути **додатним** чи **від'ємним**

У всіх точках замкненої поверхні вектори  $d\vec{S}$  напрямляють **ззовні**

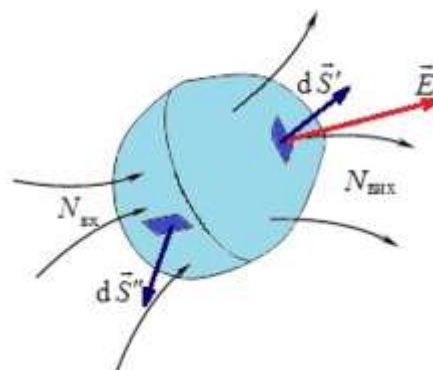


Рис. 5.4

Рисунок Б.8 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Геометрична інтерпретація потоку

$$EdS_{\perp} = dn$$

$$|d\Phi| = dN$$

$$|\Phi| = N$$

**Чисельно потік поля** крізь задану поверхню дорівнює **кількості ліній поля**, що її перетинають

Рисунок Б.9– Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»



## Геометрична інтерпретація потоку

При  $\alpha > 90^\circ$  потік  
від'ємний

При  $\alpha < 90^\circ$  потік  
додатній

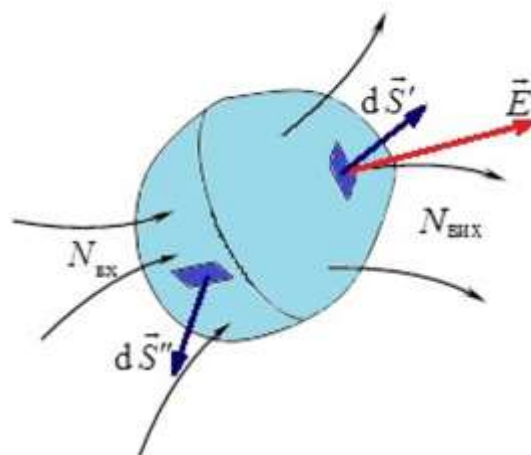


Рис. 5.4

Рисунок Б.10 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Геометрична інтерпретація потоку

Потік крізь  
замкнену  
поверхню  
 $\Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2$   
можна  
подати, як

$$\Phi_0 = N_{\text{вих}} - N_{\text{вх}}$$

$N_{\text{вих}}$  - кількість ліній  
поля, що виходять із  
поверхні назовні

$N_{\text{вх}}$  - тих, які входять  
усередину

Рисунок Б.11 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Потік поля точкового заряду

$$dS_{\perp} = r^2 d\Omega$$

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \oint_S \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} r^2 d\Omega =$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \oint_S d\Omega$$

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

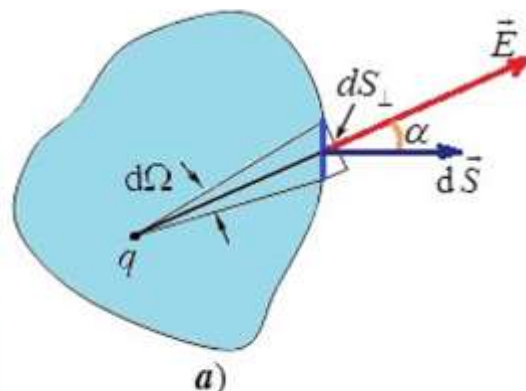


Рис. 5.5

Рисунок Б.12 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Потік поля точкового заряду

$$d\Phi'' = -d\Phi'$$

$$d\Phi' + d\Phi'' = 0$$

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = 0$$

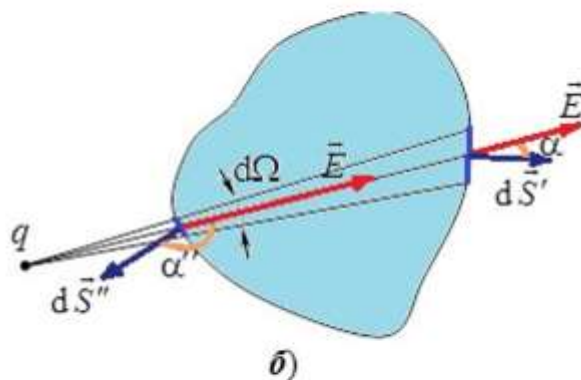


Рис. 5.5

Рисунок Б.13 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Потік поля точкового заряду

### ВИСНОВОК

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \begin{cases} \frac{q}{\epsilon_0} \\ 0 \end{cases}$$

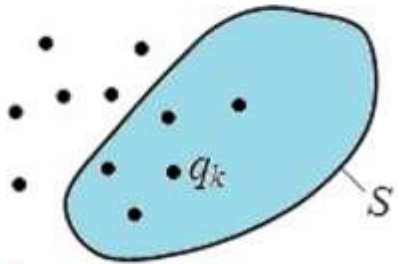
$\Rightarrow$   $q$  всередині  $S$   
 $\Rightarrow$   $q$  назовні  $S$

Рисунок Б.14 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## 5.2.2 Теорема Гауса

$$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i \quad q = \sum_k q_k$$

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \oint_S \left( \sum_i \vec{E}_i \right) d\vec{S} =$$

$$= \sum_i \oint_S \vec{E}_i d\vec{S} \quad \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$


a)

Рис. 5.6

Рисунок Б.15 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## 5.2.2 Теорема Гауса

**Теорема Гауса – потік напруженості електричного поля у вакуумі крізь довільну замкнену поверхню дорівнює сумарному зарядові що знаходиться всередині цієї поверхні, діленому на  $\epsilon_0$ .**

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_k q_k$$

Рисунок Б.16 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## 5.2.2 Теорема Гауса

$$q = \int_V \rho dV$$

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV$$

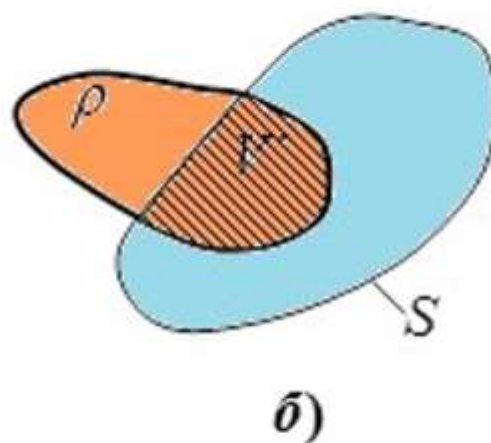


Рис. 5.6

Рисунок Б.17 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»



## Фізичний зміст теореми Гаусса

1. При визначенні потоку крізь задану **складну поверхню** можна замінити її зручнішою для обчислень **простою поверхнею**, що охоплює ті самі заряди
2. Створюються потоки різного знаку і такої величини, що **сумарний потік** виявляється нульовим.

Рисунок Б.18 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Фізичний зміст теореми Гаусса

**Закон Кулона**

**Принцип  
суперпозиції**

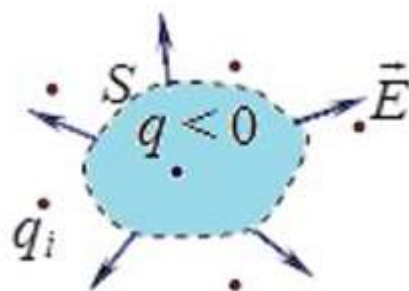


**Теорема Гаусса**

Рисунок Б.19 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## Теорема Ірншоу

Заряд  $-q$  системи  
знаходиться в  
положенні стійкої  
рівноваги



Усередині  $S$  немає жодного із  
зарядів, які створюють указане  
поле  $\vec{E}$ , отже  $\Phi=0$

Рисунок Б.20 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

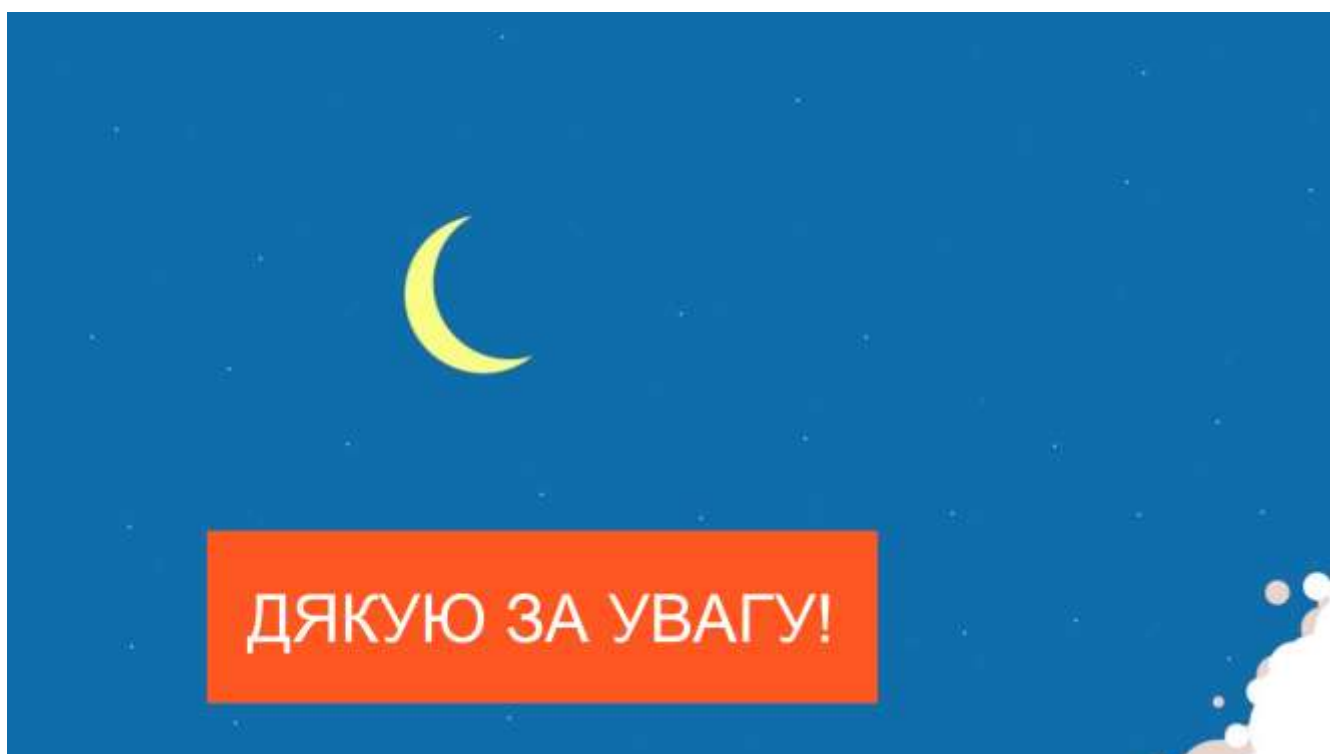


Рисунок Б.21 – Слайд з презентації до теми «Електростатична теорема Гаусса»

## ДОДАТОК В

## Приклади тестів, що проводились наприкінці лекційного заняття

## Тест 1

Сесія 7YV49N  
0/3 виконано

- 1. Циркуляція поля по контуру це
- 2. Тілесний або просторовий кут  $\Omega$  - це
- 3. Виберіть правильну відповідь із запропонованих:

Питання 1  
• немає відповіді

Циркуляція поля по контуру це

- / 1 pts

- ☒ умова потенціальності поля є нульова величина його циркуляції по будь-якому замкненому контуру, що повністю розташований у полі.
- ☐ криволінійний інтеграл від скалярного добутку вектора напруженості поля на вектор елементарного переміщення вздовж заданого замкненого контуру.
- ☐ інтеграл по заданій поверхні від скалярного добутку вектора напруженості електричного поля на вектор елемента поверхні.
- ☐ кількості ліній поля, що її перетинають.

Відповісти

Рисунок В.1 – Перше питання тесту 1

Сесія 7YV49N  
0/3 виконано

- 1. Циркуляція поля по контуру це
- 2. Тілесний або просторовий кут  $\Omega$  - це
- 3. Виберіть правильну відповідь із запропонованих:

Питання 2  
• немає відповіді

Тілесний або просторовий кут  $\Omega$  - це

- / 1 pts

Введіть вашу відповідь тут

Відповісти

Рисунок В.2 - Друге питання тесту 1

Сесія 7YV49N  
0/3 виконано

- 1. Циркуляція поля по контуру це
- 2. Тілесний або просторовий кут  $\Omega$  - це
- 3. Виберіть правильну відповідь із запропонованих:

Питання 3  
• немає відповіді

Виберіть правильну відповідь із запропонованих:

- / 1 pts

У класичній теоретичній електродинаміці теорема Гаусса розглядається як один із **вихідних** **другорядних** постулатів, а закон Кулона – як **наслідок** **"фундамент"**.

Відповісти

Рисунок В.3 – Третє питання тесту 1

Тест 2



Сесія Z6N35W

0/3 виконано

- 1. Встановіть відповідність між формули для розрахунку поля однорідно зарядженої кулі і її частиною
- 2. Графік якого поля показано на рисунку?
- 3. Чому потік поля точкового заряду  $q$  крізь якусь замкнену поверхню дорівнює нулю, коли заряд перебуває поза нею, і не дорівнює нулю, коли він знаходиться всередині?

Питання 1

• немає відповіді

Встановіть відповідність між формули для розрахунку поля однорідно зарядженої кулі і її частиною

- / 1 pts

	$E(\vec{r}) = q\vec{r}/4\pi\epsilon_0 r^3$	$E = \rho\vec{r}/3\epsilon_0$
Поле всередині кулі	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Поле назовні кулі	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Відповісти

Рисунок В.4 – Перше питання тесту 2

Сесія Z6N35W

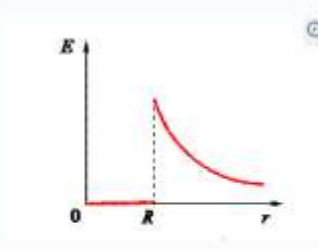
0/3 виконано

- 1. Встановіть відповідність між формули для розрахунку поля однорідно зарядженої кулі і її частиною
- 2. Графік якого поля показано на рисунку?
- 3. Чому потік поля точкового заряду  $q$  крізь якусь замкнену поверхню дорівнює нулю, коли заряд перебуває поза нею, і не дорівнює нулю, коли він знаходиться всередині?

Питання 2

• немає відповіді

Графік якого поля показано на рисунку?



- / 1 pts

- ☐ Поле однорідно зарядженої нитки
- ☐ Поле однорідно зарядженої кулі
- ☐ Поле однорідно зарядженої сфери
- ☐ Поле однорідно зарядженого циліндра

Відповісти

Рисунок В.5 - Друге питання тесту 2

Сесія Z6N35W

0/3 виконано

1. Встановіть відповідність між формули для розрахунку поля однорідно зарядженої кулі і її частиною

2. Графік якого поля показано на рисунку?

3. Чому потік поля точкового заряду  $q$  крізь якусь замкнену поверхню дорівнює нулю, коли заряд перебуває поза нею, і не дорівнює нулю, коли він знаходиться всередині?

Питання 3

• немає відповіді

Чому потік поля точкового заряду  $q$  крізь якусь замкнену поверхню дорівнює нулю, коли заряд перебуває поза нею, і не дорівнює нулю, коли він знаходиться всередині?

- / 1 pts

Введіть вашу відповідь тут.

Відповісти

Рисунок В.6 – Третє питання тесту 2

## Тест 3

Сесія MZKYQD

0/3 виконано

1. Виберіть правильне твердження

2. Який напрям дипольного моменту?

3. Форма для розрахунку потенціальної енергії диполя у зовнішньому полі:

Питання 1

• немає відповіді

Виберіть правильне твердження

- / 1 pts

☐ Потенціал поля диполя визначається окремо величиною зарядів і відстанню між ними.

☐ Потенціал поля диполя визначається дипольним моментом.

☐ Потенціал диполя не залежить від відстані між електричними зарядами.

☐ Потенціал диполя не залежить від кута між відрізками  $r_-$  і  $r_+$ .

Відповісти

Рисунок В.7 – Перше питання тесту 3

Сесія MZKYQD  
0/3 виконано

- 1. Виберіть правильне твердження
- 2. Який напрям дипольного моменту?
- 3. Форма для розрахунку потенціальної енергії диполя у зовнішньому полі:

Питання 2  
• немає відповіді

Який напрям дипольного моменту?

- / 1 pts

Введіть вашу відповідь тут:

Відповісти

Рисунок В.8 - Друге питання тесту 3

Сесія MZKYQD  
0/3 виконано

- 1. Виберіть правильне твердження
- 2. Який напрям дипольного моменту?
- 3. Форма для розрахунку потенціальної енергії диполя у зовнішньому полі:

Питання 3  
• немає відповіді

Форма для розрахунку потенціальної енергії диполя у зовнішньому полі:

- / 1 pts

☐  $W = -\vec{p}\vec{E}$

☐  $\Delta\vec{E} = (\partial\vec{E}/\partial t)l$

☐  $W = -pE\cos\vartheta$

☐  $\varphi(r, \vartheta) = p\cos\vartheta/4\pi\epsilon_0 r^2$

Відповісти

Рисунок В.9 – Третє питання тесту 3

**Анкета, що визначала ставлення студентів до дистанційного навчання**

## Педагогічне дослідження

Для студентів

Як ви ставитесь до Дистанційного навчання?

☐ Дуже добре

☐ Добре

☐ Нейтрально

☐ Негативно

☐ Дуже негативно

Якщо би вам запропонували обрати формат навчання на наступний семестр, то який би ви обрали?

☐ очне навчання

☐ дистанційне навчання

Який вид дистанційного навчання вам більше до вподоби?

☐ синхронне (відеоконференція з викладачем)

☐ асинхронне (самостійне опрацювання матеріалу, наданого викладачем)

...

Чи володієте ви необхідними технічними засобами для організації дистанційного навчання? Виберіть варіант "Інше", якщо у вас є в наявності усі перераховані вище і додаткові пристрої (графічний планшет, стилус, ручка-мишка тощо), вкажіть їх.

- ☐ Ні, не має
- ☐ Так, маю комп'ютер з аудіогарнітурою та вебкамерою
- ☐ Так, маю смартфон/планшет/ноутбук
- ☐ Інше...

З якими труднощами ви стикались під час участі в дистанційному навчанні?

- ☐ Технічні
- ☐ Психологічні
- ☐ Організаційні
- ☐ З жодними
- ☐ Інше...

**Приклад вхідного тестування з фізики студентів першого курсу  
технічного університету**

## Підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання з фізики

Ви зашли под именем Олексій Васильович Матвійчук: Студент (Вернутись в нормальний режим)

UIITE &gt; zno\_physics &gt; Тести &gt; Зріз знань студентів першого курсу Тест &gt; Попытка 1

## Зріз знань студентів першого курсу Тест - Попытка 1

1

Маленький камінець, який кинули зі швидкістю  $v_0$  під кутом  $\alpha$  до горизонту, летить над дзеркальною поверхнею озера. Визначте швидкість руху камінця відносно його зображення у водному дзеркалі, коли камінець перебуває в найвищій точці своєї траєкторії.

Баллов: 1

Выберите  
один ответ.

Оставшееся  
время  
0:57:57

- ☐ 0
- ☐  $v_0 \sin \alpha$
- ☐  $v_0 \cos \alpha$
- ☐  $v_0$

2

Укажіть, у якому з перелічених нижче випадків спостерігається явище інерції.

Баллов: 1

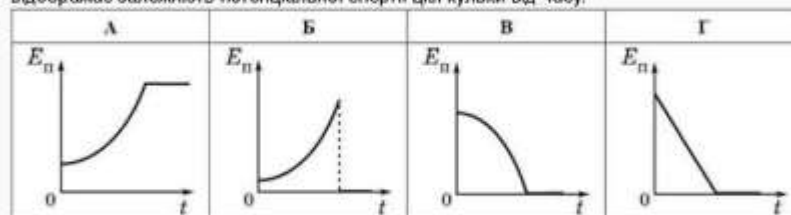
Выберите  
один ответ.

- ☐ У момент старту ракети космонавт відчуває перевантаження.
- ☐ Камінь вільно падає.
- ☐ Супутник рухається по орбіті.
- ☐ Автомобіль рухається рівномірно прямолінійно.

3

Пластилінова кулька вільно падає на підлогу без початкової швидкості. Укажіть графік, що відображає залежність потенціальної енергії цієї кульки від часу.

Баллов: 1



Выберите  
один ответ.

- ☐ а. Б
- ☐ б. А
- ☐ с. В
- ☐ d. Г

4

Баллов: 1

- 7** Густина заліза приблизно в 3 рази більша, ніж густина алюмінію. В алюмінії кількість речовини 1 моль міститься  $N_1$  атомів. У залізі кількість речовини 1 моль міститься  $N_2$  атомів. Визначте співвідношення між  $N_1$  і  $N_2$ .

Баллов: 1

Выберите один ответ.

- ☐  $N_2 = 3N_1$
- ☐  $N_1 = N_2/3$
- ☐  $N_2 - N_1 = 6 \cdot 10^{23}$
- ☐  $N_2 = N_1$

- 8** Дротину протягують через волочильний верстат, у результаті чого її діаметр зменшується втричі, а маса залишається сталою. Визначте, як зміниться після цього опір дротини.

Баллов: 1

Выберите один ответ.

- ☐ збільшиться в 9 разів
- ☐ збільшиться у 27 разів
- ☐ збільшиться в 3 рази
- ☐ збільшиться у 81 раз

- 9** Провідник, кожен метр якого має масу 10 г, завис в однорідному магнітному полі перпендикулярно до його силових ліній. Визначте індукцію магнітного поля, коли сила струму в провіднику дорівнює 10 А. Вважайте, що  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

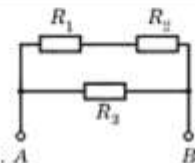
Баллов: 1

Выберите один ответ.

- ☐ а. 0,01 Тл
- ☐ б. 0,001 Тл
- ☐ с. 1 Тл
- ☐ д. 0,1 Тл

**10**

Баллов: 1



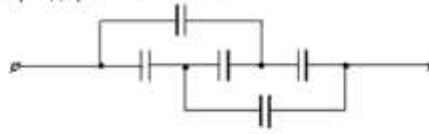
Визначте опір ділянки електричного кола між точками А і В (див. рисунок).

Выберите один ответ.

- ☐ а.  $R = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2}$
- ☐ б.  $R = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
- ☐ в.  $R = \frac{(R_1 + R_2) R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$
- ☐ д.  $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$



- 11** Визначте загальну електроємність конденсаторів, з'єднаних так, як показано на схемі. Ємність кожного окремого конденсатора дорівнює 1 мкФ.  
Баллов: 1



Выберите  
один ответ.

- ☐ 2 мкФ  
☒ 4 мкФ  
☐ 5 мкФ  
☐ 1 мкФ

- 12** У коливальному контурі відбуваються вільні електромагнітні коливання. Ємність конденсатора збільшили в 3 рази. Як треба змінити індуктивність котушки контура, щоб період вільних коливань набув попереднього значення?  
Баллов: 1

Выберите  
один ответ.

- ☐ збільшити в 3 рази  
☒ зменшити в 9 разів  
☐ збільшити в 9 разів  
☐ зменшити в 3 рази

- 13** Частота вільних електромагнітних коливань у коливальному контурі дорівнює 1 кГц. Визначте індуктивність котушки контура, якщо ємність конденсатора становить 0,5 мкФ. Вважайте, що  $\pi^2 = 10$ .  
Баллов: 1

Выберите  
один ответ.

- ☐ 0,1 Гн  
☒ 2 Гн  
☐ 0,01 Гн  
☐ 0,2 Гн  
☐ 0,05 Гн

- 14** Максимальна відстань виявлення об'єкта локатором становить 150 км. Визначте частоту випромінювання високочастотних імпульсів цим радіолокатором. Максимальна відстань виявлення не залежить від потужності радіолокатора. Швидкість світла дорівнює  $3 \cdot 10^8$  м/с.  
Баллов: 1

Выберите  
один ответ.

- ☐ 8000 імпульсів за секунду  
☒ 2000 імпульсів за секунду  
☐ 4000 імпульсів за секунду  
☐ 1000 імпульсів за секунду

- 15** Визначте масу протона у системі відліку, відносно якої він рухається зі швидкістю 0,8с (с - швидкість світла). Маса спокою протона  $m_{p0}$ .  
Баллов: 1

Выберите  
один ответ.

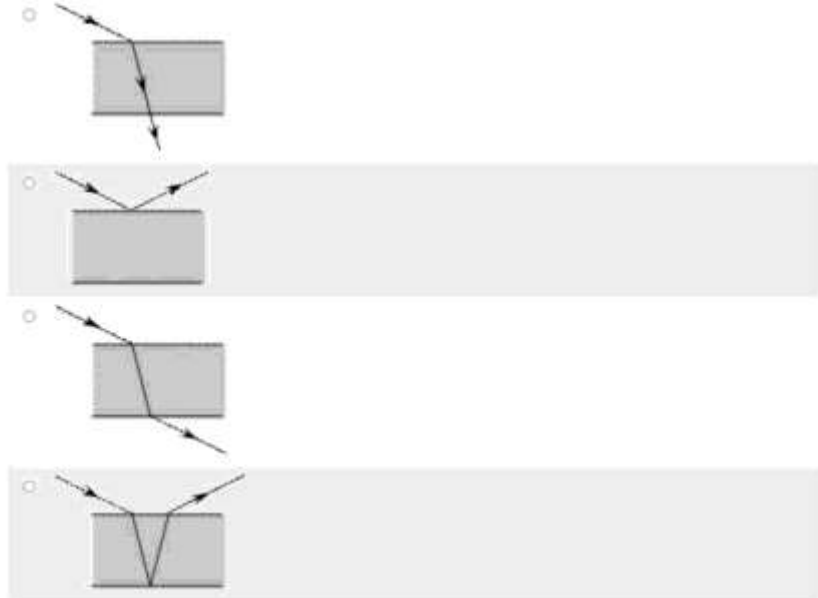
- ☐  $(5/4)m_{p0}$

- ☐  $0,6m_{p0}$
- ☐  $2,4m_{p0}$
- ☐  $(5/3)m_{p0}$

**16** Вузький паралельний пучок світла падає на поверхню плоскопаралельної скляної пластинки, яка розташована в повітрі. На якому рисунку *неправильно* зображено можливе подальше поширення світла.

Баллов: 1

Выберите один ответ.



**17** Рух тіла описується рівнянням  $x = -5 + 2t + 9t^2$ , де всі величини виражені в одиницях SI. Визначте (у  $\text{м/с}^2$ ) прискорення, з яким рухається тіло.

Баллов: 1

Ответ:

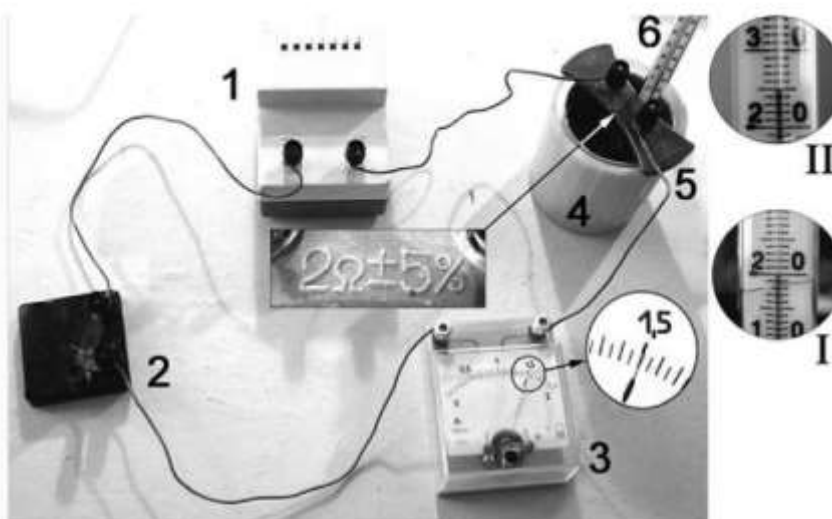
**18** До посудини, де знаходилося 5 кг води, температура якої дорівнює  $20^\circ\text{C}$ , вливають 3 кг окропу. Визначити температуру (у градусах Цельсія) води після встановлення теплової рівноваги. Теплоємністю посудини знехтуйте.

Баллов: 1

Ответ:

**19** Для проведення лабораторної роботи з дослідження ККД установки з електричним нагрівником зібрали електричне коло з джерела постійного струму (1), вимикача (2), амперметра (3) та дрітної спіралі (5). До калориметра (4) налили 180 мл води і встановили термометр (6). Покази термометра до замикання вимикача (2) зображені на фото I. Покази термометра через 20 хвилин після замикання електричного кола зображені на фото II. Визначте (у відсотках) ККД даної установки. Сила струму протягом дослідження залишалася незмінною. Опір дрітної спіралі дорівнює 2 Ом. Густина води  $1000 \text{ кг/м}^3$ ; питома теплоємність води  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ , теплоємність калориметра мала.

Баллов: 1



Ответ:

20

Баллов: 1

При підключенні первинної обмотки трансформатора до джерела змінного струму у вторинній обмотці виникає ЕРС (електрорушійна сила), величина якої становить 16 В. Якщо до того самого джерела приєднати вторинну обмотку, то в первинній виникне електрорушійна сила, величина якої 4 В. Визначте напругу джерела.

Ответ:

21

Баллов: 1

Мінімальна частота світла, що вириває електрони з поверхні катода, дорівнює  $2 \cdot 10^{15}$  Гц. Якою є довжина хвилі діючого на катод проміння, якщо затримуюча напруга дорівнює 3 В? Відповідь запишіть у нанометрах. Заряд електрона дорівнює  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, стала Планка -  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж · с, швидкість світла -  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Ответ:

Сохранить, но не отправлять

Отправить всё и завершить тест

Вы зашли под именем [Олексій Васильович Матвійчук](#): Студент ([Вернуться в нормальный режим](#))

zno\_physics